This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

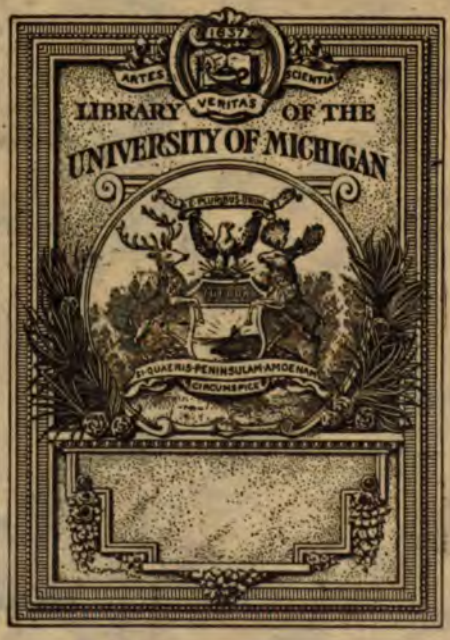
+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`


ARTES
VERITAS
SCIENTIA
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
TUEBOR
SI QUAERIS PENINSULAM AMOENAM
CIRCUMSPICE

SCIENCE LIBRARY
QE
351
.S68

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE MINÉRALOGIE

TOURS, IMPRIMERIE DESLIS FRÈRES.

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ FRANÇAISE

DE

MINÉRALOGIE

(ANCIENNE SOCIÉTÉ MINÉRALOGIQUE DE FRANCE)

Fondée le 21 Mars 1878

RECONNUE COMME ÉTABLISSEMENT D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR DÉCRET
DU 2 FÉVRIER 1886

TOME VINGT-TROISIÈME

PARIS
LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE, CH. BÉRANGER, ÉDITEUR
SUCCESSEUR DE BAUDRY ET Cie
15, rue des Saints-Pères, 15
MAISON A LIÈGE, RUE DES DOMINICAINS, 7

1900

SOCIÉTÉ FRANÇAISE

DE

MINÉRALOGIE

LISTE DES MEMBRES

1900

Membres honoraires décédés.

MILLER (W.-H.).
ADAM.
KOBELL (Fr. von).
SMITH (Lawrence).
SELLA (Q.).
RATH (G. vom).
DOMEYKO (I.).
LEUCHTENBERG (S. A. I. le grand-duc Nic. de).
KOKSCHAROW (N. de).
SCACCHI (A.).
SZABO (J.).
MARIGNAC (Ch. de).
DANA (J.-D.).
DES CLOIZEAUX.
SCHRAUF (A.).
FRIEDEL (Ch.).
RAMMELSBERG (C.).

Membres honoraires.

DAMOUR (A.), membre de l'Institut, 10, rue Vignon, Paris.

FOUQUÉ, membre de l'Institut, professeur d'Histoire naturelle des corps inorganiques au Collège de France, 23, rue Humboldt, Paris.

LANG (V. von), professeur à l'Université de Vienne.

MASKELYNE (N. S. Esqre), membre de la Chambre des Communes, Basset Down House, Swindon, Wilts (Angleterre).

NORDENSKIŒLD (Baron A.-E.), membre de l'Académie des Sciences, Stockholm.

ROSENBUSCH (Dr H.), professeur à l'Université de Heidelberg.

197668

TOPSŒ (Dr H.), professeur à l'École militaire de Copenhague.

TSCHERMAK (Dr G.), correspondant de l'Institut, professeur à l'Université de Vienne.

Membres perpétuels.

BERTRAND (Émile), ingénieur, 35, boulevard des Invalides, Paris.

INSTITUT impérial des Mines de Saint-Pétersbourg.

MAUROY (de), ingénieur, à Vassy (Haute-Marne).

SEIDEL Y AYMERICH (José), professeur à la Faculté des Sciences de la Havane (Cuba).

SPECULA VATICANA, à Rome.

SOCIÉTÉ impériale minéralogique de Saint-Pétersbourg.

Membres ordinaires (1).

m AMARAL (Fr. José de Santa Maria), mostero de S. Bento, à Rio-de-Janeiro.

AMIOT (H.), ingénieur en chef des Mines, attaché à la Direction des Chemins de fer de P.-L.-M., 4, rue Weber, Paris.

ARMACHEWSKI (P.), professeur à l'Université de Kiew (Russie).

ATANASESCO (N.), docteur ès sciences, professeur de Chimie à la Faculté de Médecine, Bucharest.

BÄCKSTRÖM (Dr H.), professeur à la Högskola, Stockholm.

BARET (Ch.), 23, rue Chateaubriand, Nantes.

m BARROIS (Charles), professeur-adjoint à la Faculté des Sciences, 37, rue Pascal, Lille.

BAUER (Dr Max), professeur à l'Université, Marburg (Hesse).

BEL, ancien élève de l'École polytechnique, ingénieur civil des Mines, 4, place Denfert-Rochereau, Paris.

BENIER, ingénieur, Combs-la-Ville (Seine-et-Marne).

BENSAUDE (Dr Alf.), membre de l'Académie royale des sciences, professeur à l'Institut industriel, rue S. Caetano, Lapa, Lisbonne.

(1) La lettre *m* indique les membres à vie.

BERGERON (Jules), professeur de Géologie et de Minéralogie à l'Ecole centrale, 157, boulevard Haussmann, Paris.

BERTRAND (Marcel), membre de l'Institut, ingénieur en chef des Mines, professeur à l'Ecole des Mines, 101, rue de Rennes, Paris.

BIBLIOTHÈQUE de l'Université de Clermont-Ferrand.

BIBLIOTHÈQUE de l'Université de Grenoble.

BIBLIOTHÈQUE de l'Université de Louvain (Belgique).

BIBLIOTHÈQUE de la K. Techn. Hochschule de Stuttgart.

BIZARD (R.), 23, rue des Arènes, Angers.

BLONDEL (Maurice), licencié ès sciences, 286, boulevard Raspail, Paris.

BOMBICCI PORTA (Louis), professeur et directeur du Musée de Minéralogie, à l'Université de Bologne (Italie).

BOUBÉE (Madame E.), officier d'Académie, 3, boulevard et place Saint-André-des-Arts, Paris.

BOUCHARD (Dr), membre de l'Institut, 174, rue de Rivoli, Paris.

m BOUCHARDAT (Gust.), professeur à l'Ecole de Pharmacie, 108, boulevard Saint-Germain, Paris.

BOURGEAT (l'abbé), docteur ès sciences, professeur à la Faculté libre des Sciences de Lille.

m BOURGEOIS (Léon), répétiteur à l'École polytechnique, assistant au Muséum d'histoire naturelle, 1, boulevard Henri IV, Paris.

BRAUNS (R.), professeur à l'Université de Giessen.

BRÉON (René), ingénieur civil, Semur (Côte-d'Or).

BÜCKING (Dr Hugo), professeur à l'Université de Strasbourg.

m BUREAU (Dr Louis), professeur à l'Ecole de Médecine, directeur du Musée d'histoire naturelle, 15, rue Gresset, Nantes.

CABINET de Minéralogie de l'Université royale de Pavie.

CARNOT (Ad.), membre de l'Institut, inspecteur général des Mines, professeur à l'Ecole des Mines, Paris.

CAYEUX, préparateur à l'Ecole des Mines, Paris.

CESÀRO (G.), professeur de Minéralogie à l'Université de Liège, Trooz (Belgique).

CHABRIÉ (C.), docteur ès sciences, chef du Laboratoire de chimie de la Clinique des voies urinaires, villa des Fougères, Chaville (Seine-et-Oise).

CHESTER (A.), professeur au Rutgers College, New Brunswick, New-Jersey (Etats-Unis).

CHURCH (A.-H.), F. R. S., professeur de Chimie, Shelsley, Kew Gardens, Surrey (Angleterre).

COHEN (Dr E.), professeur à l'Université, 4, Rossmarkt, Greifswald (Allemagne).

COLANI (A.), 19, rue Vauquelin, Paris.

COLORIANO (P. Ant.), docteur ès sciences, directeur de l'Ecole normale d'instituteurs, Bucharest (Roumanie).

m CORNU (A.), membre de l'Institut, professeur de Physique à l'Ecole polytechnique, 9, rue de Grenelle, Paris.

COSSA (Alfonso), professeur de Chimie à l'Ecole d'application des ingénieurs (Valentino), Turin.

COSTA-FORO, directeur des Mines de Berca-Vaclète, 3, allée de la Métropole, à Bucharest.

m COSTA-SENA (J. da), ingénieur des Mines, Ouro-Preto, Minas Geraës (Brésil).

CUMENGE, ingénieur en chef honoraire des Mines, 33, rue de la Bienfaisance, Paris.

CURIE (Pierre), professeur à l'Ecole de Physique et de Chimie, répétiteur à l'École polytechnique, 13, rue des Sablons, Sceaux (Seine).

DAMOUR (Emilio), chef des travaux de Chimie à l'École des Mines, Paris.

DELAGE (A.), professeur à la Faculté des Sciences de Montpellier.

DEMARTY, Directeur du Comptoir géologique du Plateau Central, 23, avenue de Royat, Clermont-Ferrand.

DEMIDOFF LAPOUKHINE (Prince), 35, avenue Victor-Hugo, Paris.

DESHARNOUX, graveur, 69, rue Monge, Paris.

DOELTER (Dr Corn.), professeur de Minéralogie à l'Université de Gratz (Autriche).

DUFET (H.), maître de conférences de Minéralogie à l'Ecole normale supérieure, 35, rue de l'Arbalète, Paris.

DUPARC (Louis), professeur de Minéralogie à l'Université de Genève.

DURANDIÈRE (Arthur de la), 62, rue des Saints-Pères, Paris.

FERRAND (Lucien), préparateur de Chimie à l'Ecole polytechnique, 9, rue Villersexel, Paris.

FLAMAND, chargé de conférences à l'Ecole des Sciences d'Alger, Alger-Mustapha.

FRIEDEL (Georges), ingénieur des Mines, professeur à l'Ecole des Mines de Saint-Etienne, 11, place Fourneyron, Saint-Etienne (Loire).

m FROSSARD (le Pasteur Ch.), 14, rue Ballu, Paris; et à Bagnères-de-Bigorre.

GAUBERT (Paul), docteur ès sciences, assistant de Minéralogie au Muséum d'histoire naturelle, Paris.

GENTIL (Louis), chargé de conférences de pétrographie à la Faculté des Sciences, 11, rue des Feuillantines, Paris.

GLINKA (Serge), privat-docent, cabinet de Minéralogie, Université impériale de Saint-Pétersbourg.

GOGUEL (H.), docteur ès sciences, maître de conférences de Minéralogie à la Faculté des Sciences, 52, cours d'Alsace-et-Lorraine, Bordeaux.

m GOLDSCHMIDT (Dr V.), prof. de Minéralogie et de Cristallographie à l'Université, 9, Gassbergstrasse, Heidelberg.

GONNARD (F.), ingénieur des hospices civils de Lyon, 38, quai de Vaise, Lyon.

GORCEIX (Henri), ex-directeur de l'Ecole des Mines d'Ouro-Preto (Brésil), à Mont-sur-Vienne, par Bujaleuf (Haute-Vienne).

GOSSELET, correspondant ce l'Institut, professeur de Géologie à la Faculté des Sciences, 18, rue d'Antin, Lille.

GRAEFF (Dr F. G.), professeur à l'Université, 7, Gartenstrasse Freiburg. i. B. (Allemagne).

m GRAMONT (Arnaud de), docteur ès sciences, 81, rue de Lille, Paris.

GRATTAROLA, directeur du Musée et Laboratoire de minéralogie de l'Institut royal des Etudes supérieures, 2, piazza San Marco, à Florence.

GREGORY (James R.), 29, Shaftesbury Road, Ravenscourt Park, Londres W.

GROTH (Dr Paul), professeur à l'Université, Mineralogische Sammlung Akademie, Munich (Bavière).

GUYOT DE GRANDMAISON (E.), 23, rue Clairat, Bergerac (Dordogne).

HAUTEFEUILLE, membre de l'Institut, professeur de Minéralogie à la Faculté des Sciences, 28, rue du Luxembourg, Paris.

HINTZE (Dr C.), professeur de Minéralogie à l'Université, Neue Mathiasstrasse, 8, Breslau.

HUSSAK (E.), Commission géologique de São Paulo (Brésil).

INSTITUT minéralogique de l'Université de Czernowitz (Autriche).

JANNETTAZ (Paul), ingénieur des Arts et Manufactures, répétiteur à l'Ecole centrale, 68, rue Claude-Bernard, Paris.

JOFFRE (J.), chimiste, 60, rue de Bondy, Paris.

JUNGFLEISCH, membre de l'Académie de Médecine, professeur à l'Ecole de Pharmacie et au Conservatoire des Arts et Métiers, 74, rue du Cherche-Midi, Paris.

KAMPMANN (Alfred), Epinal.

KLEIN (Dr Carl), professeur à l'Université de Berlin, Geh. Bergrath, Am Carlsbade, 2, Berlin-W.

KRENNER (Dr), professeur de Minéralogie au National Museum, Buda-Pest.

KUNZ (Georges-F.), chez MM. Tiffany et Co, Union Square, New-York City.

LACOUR, ingénieur civil des Mines.

m LACROIX (A.), professeur de Minéralogie au Muséum d'histoire naturelle, 8, quai Henri IV, Paris.

LAPPARENT (Alb. de), membre de l'Institut, professeur de Géologie et Minéralogie à l'Institut catholique, 3, rue de Tilsitt, Paris.

LE CHATELIER (H.), ingénieur en chef des Mines, professeur à l'Ecole des Mines et au Collège de France, 73, rue Notre-Dame-des-Champs, Paris.

LEWIS (W.-J.), New Museum, Cambridge (Angleterre).

LIEBISCH (Dr), professeur à l'Université, Göttingen (Prusse).

LIMA (J. do Rego), ingénieur des Mines, 14, rue de Covento de Jesus, Lisbonne.

LIMUR (Cte de), hôtel de Limur, Vannes (Morbihan).

LINDSTRŒM (G.), adjoint au Riks-Museum, Stockholm.

m LIVERSIDGE, professeur à l'Université de Sydney, Nouvelle Galles du Sud (Australie).

LOVISATO (Domenico), professeur à l'Université de Cagliari (Sardaigne).

LUEDECKE (Dr Otto), professeur à l'Université, 35, Wilhelmstrasse, Halle s. Saale, Thuringe.

MASSEY (DE), Ingénieur civil des Mines, 18 *bis*, rue Denfert-Rochereau, Paris.

MASSOULIER, préparateur à l'École normale supérieure.

MATTIROLO (Ettore), ingénieur des Mines, directeur du Laboratoire chimique de l'Office royal géologique des Mines, Rome.

MEUNIER (Stanislas), professeur de Géologie au Muséum d'histoire naturelle, 7, boulevard Saint-Germain, Paris.

m MICHEL (Léopold), maître de conférences à la Faculté des Sciences de Paris, 128, avenue de Neuilly, Neuilly (Seine).

m MICHEL LÉVY (A.), membre de l'Institut, inspecteur général des Mines, directeur du service de la carte géologique de France, 26, rue Spontini, Paris.

MIEG (Mathieu), 48, avenue de Modenheim, Mulhouse.

m MIERS (Henry-A.), professeur au Magdalen College, Oxford.

m MIRABAUD (Paul), banquier, 8, rue de Provence, Paris.

MOREL (A.), préparateur à la Faculté des Sciences, 15, rue Chazière, Lyon.

MOREL (J.), chef des travaux chimiques à la Faculté des Sciences de Lyon, 33, rue de la Liberté, Lyon.

MOSES (Dr Alf. J.), professeur de Minéralogie à l'École des Mines, Columbia University, New-York.

MUNIER-CHALMAS, professeur de Géologie à la Faculté des Sciences, 75, rue Notre-Dame-des-Champs, à Paris.

MUSEUM d'histoire naturelle de Hambourg.

NENTIEN, ingénieur en chef des Mines, Chalon-sur-Saône.

ŒBBEKE (Dr K.), professeur de Minéralogie à la Technische Hochschule, Munich (Bavière).

OFFRET (Albert), professeur de Minéralogie à la Faculté des Sciences de Lyon, villa Sans-Souci, 53, chemin des Pins, Lyon.

OUROCHEWICH (Sawa), professeur à l'École supérieure de Belgrade (Serbie).

PACHECO DO CANTO E CASTRO (Eug. Vaz), professeur au lycée de Ponta Delgada, île de São-Miguel (Açores).

PAVOT, intendant militaire, 36 *bis*, rue Ballu, Paris.

PISANI, chimiste, 8, rue de Furstenberg, Paris.

PORCHER (l'abbé), professeur au Petit Séminaire, 19, rue Notre-Dame-des-Champs, Paris.

m POTIER, membre de l'Institut, ingénieur en chef des Mines, professeur honoraire à l'Ecole polytechnique, 89, boulevard Saint-Michel, Paris.

m POUYANNE, inspecteur général des Mines, à Alger.

POYARD (l'abbé A.), chapelain de N.-D.-de-Fourvières, 11, montée des Anges, Lyon.

m RICHARD (Ad.), préparateur à l'École des Mines, 73, rue du Cardinal-Lemoine, Paris.

ROUX (Léon), professeur de Chimie à la Faculté des Sciences de Poitiers.

RUTLEY (Frank), professeur de Minéralogie au Royal College of Science, 93, Edith Road, West-Kensington, Londres.

m SAUVAGE (Ed.), ingénieur des Mines, 14, rue Eugène-Flachat (place Pereire), Paris.

m SAXE-COBOURG-GOTHA (S. A. I. le Prince dom Pedro de).

SCACCHI (E.), professeur à l'Université de Naples.

SCHULTEN (Dr Aug. de), professeur à l'Université de Helsingfors (Finlande).

SEHERR THOSS (le baron M. de), Hohenzollernstrasse, 16, Berlin.

SELIGMANN (G.), 18, Schlossrondel, Coblentz.

SELLE (vicomte de), au château de Fontienne, près Forcalquier, (Basses-Alpes).

SELWYN, ancien directeur du service géologique du Canada, Museum and Office, Sussex street, Ottawa.

SKOUPHOS (Dr Théodose), conservateur du Musée minéralogique et paléontologique, 9, rue Navarinos, Athènes.

SORET (Charles), professeur de physique à l'Université, 8, rue Beauregard, Genève.

STEFANESCO (G.), directeur du Musée d'histoire naturelle, 8, Strada Verde, Bucharest.

STÖBER (Dr H.), Professeur de minéralogie à l'Université, 2, boulevard Léopold, Gand.

STRUEVER, professeur de Minéralogie à l'Université de Rome.

STUER, 4, rue de Castellane, Paris.

TAUB (Louis), 10, rue Lafayette, Paris.

TENNE (Dr C.-A.), privat-docent à l'Université et conservateur au Musée de Berlin, 18, Stegeitzer Strasse, Berlin, W. 35.

TERMIER (Pierre), ingénieur en chef des Mines, professeur de Minéralogie à l'École des Mines, 164, rue de Vaugirard, Paris.

USSING (Dr N.-V.), professeur à l'Université de Copenhague.

UZIELLI (Gustave), professeur de Géologie et de Minéralogie à l'Ecole d'application des ingénieurs, 3, via Goito, Turin, (Italie).

VERNADSKY (Vladimir), privat-docent à l'Université de Moscou.

WALLERANT (F.), maître de conférences à l'École normale supérieure.

WATTEVILLE (Charles de), licencié ès sciences, 96, avenue Victor-Hugo, Paris.

WELTER (H.), éditeur-libraire, 59, rue Bonaparte, Paris.

WICHMANN (Dr A.), professeur à l'Université d'Utrecht (Pays-Bas).

WIEDEMANN (Dr E.), professeur à l'Université d'Erlangen.

WINCHELL (N.-H.), géologue de l'État du Minnesota, Minneapolis.

WOULF (Georges), privat-docent à l'Université de Varsovie.

WULFING, professeur à l'Université de Tübingen (Wurtemberg).

WYROUBOFF (Grégoire), 20, rue Lacépède, Paris.

ZEGERS (Louis-L.), ingénieur des Mines, 57, Chacabuco, Santiago (Chili).

ZUJOVIC (J.-M.), professeur de Géologie à l'École supérieure de Belgrade (Serbie).

Bureau de la Société

(Année 1900).

MM. HAUTEFEUILLE, Président.
E. BERTRAND, ROUX, Vice-Présidents.
L. BOURGEOIS, Trésorier.
P. GAUBERT, Secrétaire pour la France.
Ad. RICHARD, Secrétaire pour l'Étranger.
M. BLONDEL, Archiviste.

Membres du Conseil de la Société

(Année 1900).

MM. CUMENGE,
A. DE GRAMONT,
A. LACROIX,
MM. LE CHATELIER,
L. MICHEL,
F. WALLERANT.

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE MINÉRALOGIE

ANNÉE 1900. — BULLETIN N° 1.

Compte rendu de la séance du 11 janvier 1900.

PRÉSIDENCE DE M. WALLERANT.

M. LE PRÉSIDENT donne la parole à M. le Trésorier pour la lecture de son rapport.

Rapport du Trésorier.

MESSIEURS ET CHERS COLLÈGUES,

Votre Trésorier a l'honneur de vous soumettre les comptes de l'exercice 1899, arrêtés ainsi qu'il suit au 31 décembre dernier :

COMPTES DE L'EXERCICE 1899.

Recettes.

En caisse au 1er janvier 1899 . . . . . Fr.	5.186	40
Cotisations arriérées	1.160	»
— de l'année.	1.260	35
— anticipées.	140	»
Allocation ministérielle	600	»
Abonnements et vente du *Bulletin*	1.436	75
Rentes sur l'Etat français 3 0/0 et 3 1/2 0/0	303	»
Intérêts du compte de chèques à la Société Générale, à 1/2 0/0.	11	10
Intérêts des sommes déposées à la Caisse nationale d'Epargne, à 2 1/2 0/0.	68	97
TOTAL. . . . . Fr.	10.166	57

Dépenses

Bulletin, impression et port . . . . . Fr.	1.056	50
— gravure	504	85
— rédaction et extraits	312	»
Administration, allocation au garçon de salle. . . .	200	»
— gratifications au concierge	10	»
— frais de bureau.	162	20
— frais exceptionnels, couronne pour les obsèques de M. Ch. Friedel.	80	»
Bibliothèque, abonnements	173	75
— assurance contre l'incendie.	26	75
Société Générale, droits de garde, timbres, etc.. .	7	05
Solde en caisse au 1er janvier 1900	7.633	47
TOTAL. . . . . Fr.	10.166	57

Notre fonds de réserve est aujourd'hui constitué par les valeurs suivantes que nous évaluons au cours du 31 décembre dernier :

152 francs rente française 3 0/0 perpétuel à 99 fr. 05.	Fr.	5.018 53
151 francs rente française 3 1/2 0/0 à 101 fr. 80.		4.391 14
TOTAL.	Fr.	9.409 67

Cette somme, jointe à l'encaisse du 1er janvier 1900, donne un actif immédiatement réalisable de 17.043 fr. 14.

Il me reste à vous proposer, Messieurs, le projet de budget suivant pour l'exercice 1900.

PROJET DE BUDGET POUR 1900.

Recettes.

Reprise sur l'encaisse précédente	Fr.	1.147	»
Cotisations.		1.600	»
Allocation ministérielle		600	»
Intérêts du fonds de réserve		303	»
Abonnements et vente du *Bulletin*		1.350	»
TOTAL.	Fr.	5.000	»

Dépenses.

Bulletin, impression et port.	Fr.	2.500	»
— gravure.		500	»
— rédaction et extraits.		500	»
— impression et rédaction de la deuxième table décennale		350	»
Administration, allocation au garçon de salle. . .		200	»
— frais divers.		150	»
Bibliothèque, abonnements reliures, assurances, etc.		200	»
Réserve et imprévu.		600	»
TOTAL.	Fr.	5.000	»

Le Trésorier,
L. BOURGEOIS.

Les membres de la Commission de comptabilité, MM. L. Gentil, L. Michel, de Watteville, ont examiné les comptes de 1899 et ont constaté leur parfaite régularité. Ils proposent d'adresser les remerciements des membres de la Société à M. le Trésorier. Cette proposition, mise aux voix par M. le Président, est acceptée à l'unanimité.

Il est ensuite procédé aux élections pour le renouvellement du bureau de la Société.

Présidence : M. Hautefeuille obtient 44 voix, et M. Baret 2 voix. M. Hautefeuille est proclamé président pour l'année 1900.

Vice-Présidence : MM. E. Bertrand et Roux sont nommés vice-présidents par 43 et 38 voix.

M. Bourgeois, trésorier, M. Richard, secrétaire, M. Blondel, archiviste, sont réélus pour deux ans.

MM. Wallerant, de Gramont et Michel, sont élus membres du Conseil en remplacement de MM. Bertrand, Carnot, Termier, membres sortants.

En conséquence, le Bureau de la Société est constitué ainsi qu'il suit :

Président : M. Hautefeuille ;
Vice-Présidents : MM. E. Bertrand et Roux ;
Trésorier : M. L. Bourgeois ;
Secrétaires : MM. P. Gaubert et Ad. Richard ;
Archiviste : M. Blondel ;
Membres du Conseil : MM. Cumenge, de Gramont, A. Lacroix, Le Châtelier, L. Michel, F. Wallerant.

M. le Président proclame membre de la Société M. Albert Morel, préparateur à la Faculté des Sciences de l'Université de Lyon, présenté dans la séance précédente par MM. Offret et Wallerant.

M. Le Chatelier montre à la Société des photographies microscopiques de cristaux de zinc obtenus par distillation de ce métal.

Production des carnallites iodées de potassium et d'ammonium.

Par M. A. de Schulten.

On obtient ces carnallites si, dans la préparation des carnallites bromées, que j'ai décrites auparavant [*Bull. Soc. Chim.*, (3), t. XVII, p. 166, 1897], on remplace les bromures par des quantités équivalentes d'iodures.

Pour préparer la carnallite iodée de potassium, on abandonne une solution mixte de 8 grammes d'iodure de potassium et 200 grammes du sel $MgI^2 + 6H^2O$ à l'évaporation lente dans le vide sur l'acide sulfurique. Les cristaux, pressés entre des papiers à filtrer et desséchés sur l'acide sulfurique, ont donné, à l'analyse, les nombres suivants, qui conduisent à la formule $KI,MgI^2 + 6H^2O$.

	Trouvé.	Calculé.
K.	7,34	7,09
Mg.	4,36	4,42
I.	69,00	68,93
H^2O.	19,43	19,56
	100,13	100,00

L'eau a été déterminée par la calcination de la matière avec un grand excès d'oxyde de plomb.

La carnallite iodée est en prismes aplatis offrant, comme la carnallite bromée, les faces *p*(001) et *m*(110). Les angles sont de 90° ou voisins de 90°. Les cristaux étant très hygroscopiques, je n'ai pas pu mesurer ces angles exactement.

La densité des cristaux est 0,557 à 15°. Le volume moléculaire est ainsi égal à 217.

La carnallite iodée d'ammonium s'obtient par l'évaporation dans le vide, sur l'acide sulfurique, d'une solution renfermant 15 grammes d'iodure d'ammonium et 125 grammes du sel $MgI^2 + 6H^2O$. L'analyse des cristaux a donné les nombres suivants, qui conduisent à la formule

$$AzH^4I,MgI^2 + 6H^2O$$

	Trouvé.	Calculé.
AzH^4.	3,39	3,40
Mg.	4,64	4,59
I.	71,46	71,67
H^2O.	20,19	20,34
	99,68	100,00

L'eau a été déterminée comme dans l'analyse du composé bromé correspondant (*loc. cit.*).

L'aspect et les propriétés cristallographiques de la carnallite iodée d'ammonium sont les mêmes que celles signalées par moi chez la carnallite iodée de potassium. Les cristaux sont très hygroscopiques.

La densité des cristaux est 2,346 à 15°. Leur volume moléculaire est ainsi égal à 226.

Sur la production de vanadinites de cadmium.

Par M. A. de Schulten.

Dans un travail sur les phosphates et les arséniates de cadmium (*Bull. Soc. Chim.*, (3), t. I, p. 472, 1889), j'ai montré que ce métal donne les apatites et des arsénio-apatites. Cela étant, j'ai voulu essayer si le cadmium fournit aussi des vanadinites. J'ai obtenu, en effet, un chlorovanadate et un bromovanadate de cadmium appartenant à la famille des vanadinites.

Vanadinite chlorée de cadmium. — Pour préparer ce corps, on fond 50 grammes de chlorure de cadmium avec 4 grammes de carbonate de cadmium et 1,4 gramme d'anhydride vanadique. Par le refroidissement de la masse fondue il se forme des aiguilles très fines de vanadinite de cadmium qu'on sépare par un lessivage à l'eau. En diminuant la quantité de cadmium, dans cette expérience, on obtient des cristaux un peu plus volumineux, mais qui sont souillés par des impuretés. On peut purifier des cristaux en les traitant par l'acide acétique étendu. Toutefois, les cristaux sont un peu attaqués par ce traitement. L'analyse des cristaux a donné les nombres suivants, qui conduisent à la formule

$$3Cd^2,(VO^4)^2.CdCl^2$$

	Trouvé.		Calculé.
Cl	3,69		3,76
Cd	59,95		59,51
V^2O^5	29,01		29,08
O	7,35	(par diff.)	7,65
	100,00		100,00

Les cristaux se dissolvent facilement dans les acides étendus. Chauffés au rouge, ils fondent avec dégagement de

chlorure de cadmium. Dans la masse refroidie on observe des cristaux prismatiques qui sont probablement de la vanadinite régénérée.

La vanadinite chlorée de cadmium se présente en longs prismes hexagonaux, offrant des extinctions longitudinales. Ils sont négatifs. Leur densité est 5,264 à 15°.

Vanadinite bromée de cadmium. — On obtient ce corps si, dans la préparation de la vanadinite chlorée, que je viens de décrire, on remplace le chlorure de cadmium par la même quantité de bromure de cadmium. La vanadinite bromée de cadmium cristallise plus facilement que la vanadinite chlorée. L'analyse des cristaux a donné les nombres suivants qui conduisent à la formule $3Cd^3(VO^4)^2,CdBr^2$:

	Trouvé.		Calculé.
Br	7,59		8,10
Cd	59,98		56,83
V^2O^5	27,48		27,77
O	7,95	(par diff.)	7,30
	100,00		100,00

Les propriétés, chimiques, cristallographiques et optiques de la vanadivite bromée de cadmium sont les mêmes que celles signalées par moi chez le composé chloré correspondant. Sa densité est 5,456 à 15°.

Par la fusion du carbonate de cadmium et de l'anhydride vanadique avec un grand excès d'iodure de cadmium, j'ai obtenu une petite quantité de cristaux ayant l'aspect des vanadinites ci-dessus décrites. Ces cristaux, qui contiennent de l'iode, de l'acide vanadique et du cadmium, sont probablement de la vanadite iodée de cadmium. Je n'ai pas pu enlever les impuretés qui souillent ces cristaux sans que ceux-ci fussent fortement attaqués.

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE MINÉRALOGIE

ANNÉE 1900. — BULLETIN N° 2.

Compte rendu de la séance du 8 février 1900.

PRÉSIDENCE DE M. HAUTEFEUILLE.

M. PISANI présente les minéraux suivants :

1° Des cristaux de quartz maclés du Japon;

2° De gros cristaux isolés de diopside vert, de Dekalle (N.Y.);

3° Des échantillons de rutile en beaux cristaux de Géorgie;

4° Des cristaux isolés de disthène de la Caroline du Nord avec les faces *p*, *m*, *t*;

5° Des cristaux isolés d'anorthite du Japon;

6° Un grand cristal hexagonal de calcite de Gillfort (Cumberland), remarquable par sa limpidité.

M. PAVOT montre plusieurs échantillons du caillou de Rennes.

M. WYROUBOFF fait une communication sur les oxalates doubles de sesquioxyde et de monoxyde.

M. S.-F. THUGUTT envoie une note intitulée : *Sur la néphéline et son dérivé la zéagonite*. Elle sera publiée dans un prochain *Bulletin*.

M. FOUQUÉ fait la communication suivante :

Contribution à l'étude des minéraux du groupe de la mélilite.

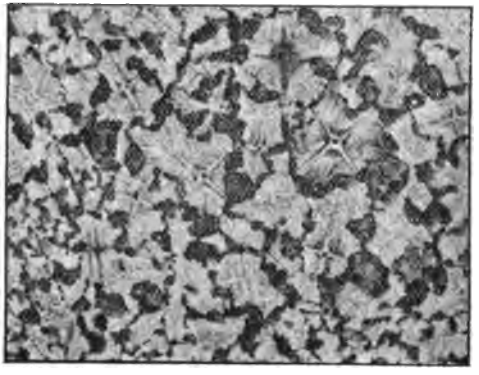
Par M. Fouqué.

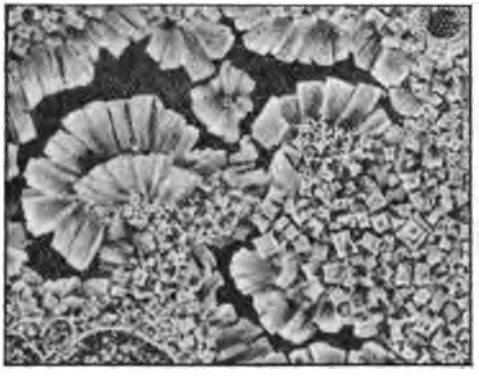
La mélilite naturelle des roches fait partie d'un groupe de minéraux quadratiques, caractérisé chimiquement par une faible teneur en silice, une teneur élevée en chaux et une proportion très variable d'alumine. D'après Vogt, les termes extrêmes de cette série seraient représentés, d'un côté, par la gehlenite et, d'autre part, par un minéral non alumineux qu'il a appelé akermanite.

Les échantillons variés de mélilite que l'on rencontre dans les scories des hauts-fourneaux pourraient être considérés comme constitués par des mélanges en proportions variables des deux minéraux en question. Parmi ces minéraux complexes, les uns seraient à un axe négatif comme la gehlénite et la mélilite naturelle, d'autres seraient à un axe positif et entre les deux s'observeraient des types isotropes.

J'ai décrit, en 1886, dans le tome IX du *Bulletin de la Société minéralogique* (p. 257) un exemplaire remarquable de mélilite positive provenant d'un haut-fourneau de Saint-Nazaire, exemplaire dont j'ai pu déterminer la composition et établir les propriétés optiques. Depuis lors, j'ai vu maintes fois ce type de mélilite se reproduire accidentellement sous mes yeux avec une étonnante facilité. Voici dans quelles circonstances : quand on emploie le procédé de Henri Sainte-Claire Deville pour l'analyse des roches silicatées, on doit mélanger de fortes proportions de chaux à la matière soumise à l'analyse et fondre le tout dans un creuset de platine. L'opération peut être effectuée en quelques minutes au moyen du four de Forquignon et Leclerc. Puis, la fusion

accomplie, on laisse refroidir le petit fourneau, ce qui dure environ vingt minutes. Alors, si l'on a opéré sur une roche basique, comme, par exemple, une andésite augitique ou un basalte, on trouve, dans le creuset, un culot quelquefois entièrement cristallisé, composé d'éléments ayant la composition et les propriétés physiques d'une mélilite à axe optique positif.





La description qui suit se rapporte à deux des spécimens les mieux cristallisés obtenus dans ces conditions.

La première opération a été faite au moyen d'une andésite d'Aspronisi (îlot du groupe de Santorin), matière à 57,08 0/0 de silice mélangée avec poids sensiblement égal de carbonate de chaux (matière, 49,77 ; et carbonate de chaux, 50,23). Le culot, d'un brun clair, est nettement cristallin à l'œil nu et compact. Taillé en lames minces, il se montre au microscope entièrement composé de cristaux appartenant à une seule espèce. La proportion de matière vitreuse qui cimente les cristaux est très petite.

Les cristaux sont d'un gris clair, transparents, pour la plupart automorphes ; ils ont en général des formes prismatiques rectangulaires et sont allongés dans le sens de l'axe. Parfois ils offrent des dimensions de quelques dixièmes de millimètre, et on les observe sous forme de groupes circulaires formés d'une seule rangée ou de plusieurs rangées concentriques. Dans ce cas, du côté interne du groupe, ils se terminent par des pointements aigus, tandis que, du côté opposé, leur terminaison est rectangulaire. Les sphérolithes ainsi constitués ont environ 1 millimètre de diamètre.

Dans leurs intervalles sont répandus sans ordre d'innombrables petits cristaux à sections rectangulaires dont les dimensions n'excèdent pas $0^{mm},05$. Ceux-ci sont pour la plupart zonés. Généralement la zone centrale est à peu près isotrope, tandis que la zone périphérique présente le maximum de biréfringence. Cependant on rencontre exceptionnellement la disposition inverse. Il n'est pas rare d'observer plusieurs zones alternantes chez un même individu.

Je n'ai pas constaté de division en secteurs. Entre les nicols croisés chaque zone se colore d'une teinte uniforme.

La réfringence moyenne est d'environ 1,630.

La biréfringence est forte pour un minéral appartenant à la famille de la mélilite ; elle est au moins de 0,005 à 0,006.

Tous les cristaux sont à un axe positif.

Le poids spécifique est 2,95.

L'analyse a fourni les nombres suivants :

		Oxygène.	
TiO^2	0,23	0,06	19,51
SiO^2	36,47	19,45	
Al^2O^3	13,00	6,00	6,44
Fe^2O^3	2,22	0,44	
FeO	2,93	0,65	13,75
CaO	42,18	12,05	
MgO	0,89	0,36	
Na^2O	2,44	0,61	
K^2O	0,46	0,08	
	100,82		

Rapport d'oxygène de la silice à celui des bases, 0,97.

Les propriétés physiques de cette mélilite et sa composition se rapprochent beaucoup de celles de la mélilite de Saint-Nazaire dont il a été question ci-dessus. En effet celle-ci est composée comme il suit :

SiO^2	37,60
Al^2O^3	12,26
CaO	40,11
MgO	9,33
	99,33
Rapport d'oxygène	0,96

Il y a seulement remplacement de l'oxyde de fer, de la soude et de la potasse par de la magnésie, qui, par suite, est la seule base concurremment avec la chaux.

La mélilite ci-dessus décrite, à sphéroïdes chondritiques, est le type de mélilite que l'on obtient en fondant une andésite basique avec 0,56 0/0 de son poids de chaux.

La mélilite résultant de la fusion d'un basalte avec les mêmes proportions de chaux m'a offert un autre type un peu différent. C'est toujours une mélilite à un axe positif, doué sensiblement de la même réfringence et de la même biréfringence que la précédente ; mais, dans les préparations, on n'observe ni les groupements sphérolitiques des cristaux les plus volumineux, ni la structure zonée des cristaux très petits. On n'y voit qu'un assemblage de groupes cristallitiques qui se moulent réciproquement. Quelques-uns de ces groupes se présentent avec des formes propres, le plus ordinairement en sections octogonales sensiblement régulières. Chaque groupe est composé de cristallites groupés à 45° ou à 90°. Dans toute l'étendue d'un groupe, l'orientation optique est uniforme.

Les cristallites sont tellement serrés les uns contre les autres que la matière amorphe qui les cimente peut être considérée comme étant en proportions négligeables.

Le poids spécifique trouvé est de 2,99, et la composition fournie par l'analyse a été la suivante pour une mélilite obtenue en fondant un échantillon du basalte de Seriers (Cantal) avec 0,56 0/0 de son poids de chaux.

		Oxygène.	
TiO^2	0,56	0,14	17,50
SiO^2	32,55	17,36	
Al^2O^3	12,49	6,53	6,82
Fe^2O^3	1,48	0,29	
FeO	4,67	1,03	15,27
CaO	42,03	12,01	
MgO	3,86	1,54	
Na^2O	2,35	0,59	
K^2O	0,63	0,10	
	100,62		

Rapport d'oxygène..... 0,79

En résumé, toutes ces mélilites à un axe positif appartiennent à des types très rapprochés les uns des autres, caractérisés par une teneur presque constante en alumine, 13 0/0. La teneur en silice varie de 33 à 37 0/0; celle de la chaux, de 40 à 42 0/0. Il est intéressant de constater le peu d'influence spécifique de la magnésie et la possibilité de son remplacement presque arbitraire par des bases variées.

La constatation de cristaux zonés, à zones isotropes, vient à l'appui de l'idée de M. Vogt, d'une série de types dans la famille des mélilites, types caractérisés par le signe et l'intensité de leur biréfringence. Mais là s'arrête l'accord entre les résultats ci-dessus et ceux du savant minéralogiste.

D'après M. Vogt, une mélilite contenant 12 0/0 d'alumine devrait être à un axe négatif et presque isotrope. Nous observons précisément le contraire : nos mélilites sont à un axe positif et relativement assez fortement biréfringentes. Le rapport d'oxygène de la silice à celui des bases ne concorde pas non plus avec les résultats de cet auteur. De nouvelles études seraient donc nécessaires pour l'établissement d'une série continue entre la gehlénite et l'akermanite, et, en tous cas, si cette série existe, il y aurait lieu de fixer avec plus de précision la composition de ses termes extrêmes et de voir nettement l'influence de chacun d'eux sur les propriétés optiques des minéraux intermédiaires.

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE MINÉRALOGIE

ANNÉE 1900. — BULLETIN N° 3.

Compte rendu de la séance du 8 mars 1900.

Présidence de M. HAUTEFEUILLE.

M. LE PRÉSIDENT annonce une présentation.

M. CUMENGE annonce qu'une exploration vient d'être accomplie, par son ami, l'ingénieur Robellaz, au Colorado, pour étudier les gisements de minerai de vanadium et d'urane ayant déjà fourni la *carnotite*, espèce nouvelle récemment décrite par MM. Friedel et Cumenge.

Parmi les échantillons rapportés, il s'en trouve qui présentent, à côté des filets et mouches de carnotite, d'une couleur jaune caractéristique, de petites masses noirâtres concrétionnées paraissant constituer une espèce minérale nouvelle qui présenterait une curieuse composition.

Les premières recherches chimiques, entreprises sur cette substance, montreraient, en effet, qu'elle renferme une forte proportion de vanadium et, en outre, des acides des métaux niobium, tantale et tungstène, en proportion comparable à la quantité d'acide vanadique, le tout saturé par de l'alumine, du fer et du manganèse.

M. Debierne, chimiste, est en train d'effectuer l'analyse complète du curieux minéral dont quelques échantillons sont mis sous les yeux de la Société.

Une communication plus complète sera ultérieurement faite à l'égard de cette espèce minérale par M. Cumenge, qui proposera de la nommer *robellazite*, du nom de l'explorateur qui en a étudié le gisement.

Nouvelle contribution à l'étude cristallographique du cadmium et du zinc métalliques.

Par P. Termier.

J'ai reçu de M. H. Le Châtelier de nombreux cristaux de zinc et de cadmium métalliques, obtenus par la distillation de ces métaux dans le vide, à basse température. Voici, sur ces cristaux, quelques observations nouvelles, qui complètent celles de George Williams et de Burton (1).

ZINC.

Il y a, dans les produits obtenus par M. Le Châtelier, comme dans ceux de Williams et Burton, de très petits cristaux, relativement assez nets, ayant la forme de tablettes hexagonales. Le diamètre de ces cristaux est généralement inférieur à 1 millimètre. Le pourtour est formé par de petites facettes inclinées correspondant à divers isocéloèdres. J'ai retrouvé l'isocéloèdre auquel Williams et Burton ont

(1) Geo.-H. Williams et W.-M. Burton, *On the crystal. form of metallic zinc* (Amer. Chem. Journal, XI, 1889, p. 219).

Geo.-H. Williams, *Note on crystals of metallic cadmium* (Amer. Chem. Journal, XIV, 1892, p. 273).

imposé le symbole $(10\bar{1}1)$ et qui fait avec la base un angle (angle des normales) de 57° 27′. Les autres isocéloèdres (ou rhomboèdres?) signalés par Williams et Burton ne semblent pas exister dans mes cristaux. Le prisme $(10\bar{1}0)$ existe dans quelques-uns, mais à peine distinct.

Tandis que dans les cristaux décrits par Williams et Burton, l'isocéloèdre $(10\bar{1}1)$ était, de beaucoup, la forme pyramidale dominante, ce sont deux autres isocéloèdres qui, dans les cristaux obtenus par M. H. Le Châtelier, jouent le rôle prépondérant.

L'un de ces isocéloèdres fait, avec la base, un angle (angle des normales) de 62°30′, ce qui me conduit à lui attribuer le symbole $(50\bar{5}4)$.

Le deuxième fait, avec la base, un angle (angle des normales) d'environ 51°30′; d'où le symbole $(40\bar{4}5)$.

Le tableau suivant résume ce que nous savons, à l'heure actuelle, sur la forme cristalline du zinc (1).

Hexagonal (ou rhomboédrique?) $\frac{c}{a} = 1,356$ (Williams et Burton)

Angles des normale aux faces	Observés.	Calculés.
$(40\bar{4}7)$: (0001).	41° 15′ — 42° 0 (W. B.). . .	41° 50′
$(20\bar{2}3)$: (0001).	46° 0 — 46° 53 (W. B.). . .	46° 14
$(40\bar{4}5)$: (0001).	51° 20 — 52° 2 (R.).	51° 25
$(10\bar{1}1)$: (0001).	57° 27′ (W. B.)	
$(50\bar{5}4)$: (0001).	62° 30 (R.)	62° 57
$(30\bar{3}2)$: (0001).	65° 55 — 67° 26 (W. B.). . .	66° 57
$(60\bar{6}1)$: (0001).	83° 18 — 84° 3 (W. B.). . .	83° 56
$(10\bar{1}0)$: (0001).	89° 52 — 90° 2 (W. B.). . .	90° 0

Avec les très petits cristaux dont je viens de parler, on

(1) W.B., mesure faite par Williams et Burton; R., mesure faite par mon préparateur, M. Richard, et vérifiée par moi.

trouve en abondance les « agrégats polyédriques » décrits par Williams et Burton. Ce sont des gouttelettes de métal qui, en se solidifiant, ont perdue, plus ou moins complètement, leur forme sphéroïdale pour prendre une forme polyédrique, à la façon des globules de pyromorphite fondue. Le nombre des faces de ces polyèdres, la forme de leurs faces, les angles qu'elles font entre elles, varient considérablement d'une gouttelette à l'autre. Sur certaines gouttelettes, il reste des portions de surface sphérique contiguës à des facettes polyédriques. Enfin certaines gouttelettes, d'ailleurs rares, ont gardé entièrement la forme sphéroïdale.

La seule constatation nouvelle que j'aie pu faire sur ces globules cristallins est la suivante :

Si l'on enfonce dans un globule, *normalement à l'une des facettes planes qui le limitent*, la pointe d'une aiguille, on détermine, *dans tous les cas*, la production d'une *figure de glissement* formée de six fissures divergeant du trou et faisant entre elles, exactement, l'angle de 60°. Chacune de ces fissures est d'ailleurs accompagnée de fissures parallèles: en sorte qu'on voit, autour du trou, tout un étoilement de stries suivant six directions à 60°. La figure de glissement est donc identique à celle que Williams et Burton obtenaient en piquant, avec une aiguille, suivant la direction de l'axe sénaire, les tablettes hexagonales de zinc métallique.

Je crois qu'on peut conclure de là que les « agrégats polyédriques », formés par le refroidissement d'une gouttelette de zinc, sont *toujours* constitués par des *buissons* de cristaux divergeant du centre de la gouttelette, chaque facette du polyèdre étant normale à l'axe sénaire de l'un des cristaux composants. Le nombre des facettes serait ainsi le nombre même des cristaux élémentaires.

Chaque gouttelette de zinc adhère au verre du tube condenseur par une surface cylindrique où le refroidissement

du métal a été brusque. Si l'on pique normalement, avec l'aiguille, cette surface cylindrique, on n'obtient que rarement un étoilement hexagonal. Dans la plupart des cas, ou bien il ne se produit aucune figure de glissement, ou bien la figure est dissymétrique, composée, par exemple, d'une seule direction ou de deux directions de fissures ou de stries. Dans les cas exceptionnels où l'on obtient une figure hexagonale, cette figure ne peut être reproduite, par de nouvelles piqûres, que dans une région très petite autour du premier point piqué. Et cette région, où se produisent ainsi des figures hexagonales, se distingue habituellement des régions voisines, où rien de semblable ne se produit, par un poli plus parfait, un éclat plus vif. Si l'on fait une piqûre sur le bord même de cette région plus éclatante, on voit se produire une figure de glissement composée de trois directions de fissures ou de stries, dont l'une est parallèle au bord de la région, et les deux autres à 60° et à 120° de la première. Mais cette figure ne se prolonge pas dans la région voisine.

On n'obtient pas de figure hexagonale en piquant les portions demeurées sphériques, ou sphéroïdales, de la surface libre des gouttelettes.

Enfin, lorsqu'en un point du tube condenseur il s'est accumulé une grande quantité de métal, la surface libre du culot ainsi formé est généralement courbe et ne présente que de loin en loin quelques petites facettes polyédriques faisant entre elles des angles extrêmement obtus. La piqûre de ces facettes donne naissance à des étoilements hexagonaux, toutes les fois que ces facettes sont miroitantes. Lorsqu'elles sont dépourvues d'éclat, la piqûre n'y produit aucune figure symétrique, sans doute parce que la taie qui les recouvre est formée d'un lacis de très petits cristaux orientés dans tous les sens.

CADMIUM.

Tout en signalant les remarquables analogies que présentent, quant à leur aspect, les cristaux de cadmium et ceux de zinc, Williams a attribué à la forme primitive du cadmium un rapport de paramètres assez différent du rapport des paramètres du zinc (1,655 pour Cd; 1,356 pour Zn). Il est évident *a priori* que l'isomorphisme des deux métaux doit être beaucoup plus parfait.

Les cristaux de cadmium préparés par M. H. Le Châtelier présentent, en effet, outre l'isocéloèdre (ou rhomboèdre?) que Williams a pris pour pyramide fondamentale, deux autres isocéloèdres, dont l'un (d'ailleurs le plus fréquent et le plus développé) fait avec la base un angle très voisin de l'angle de la pyramide fondamentale du zinc. On trouve, en outre, dans certains de ces cristaux de cadmium, les deux prismes hexagonaux. Les cristaux les plus parfaits sont, comme toujours, les plus petits (1/2 millimètre environ); mais quelques tablettes hexagonales encore mesurables atteignent les dimensions de 2 millimètres (largeur) sur 1 millimètre (hauteur).

Il y a lieu, pour faire ressortir le remarquable isomorphisme des deux métaux, d'appeler $(50\bar{5}4)$ l'isocéloèdre fondamental de Williams. Le rapport des paramètres du cadmium devient ainsi 1,335.

Le tableau suivant résume nos connaissances actuelles sur la forme cristalline du cadmium.

HEXAGONAL (ou rhomboédrique ?) : $\frac{c}{a} = 1,335$.

Angles des normales.	Observés (1).	Calculés.
$(40\bar{4}5) : (0001)$.	50° 12′ — 51° 20 (R. T.). . .	50° 58
$(10\bar{1}1) : (0001)$.	57° 2 (T.).	
$(50\bar{5}4) : (0001)$.	62° 23 (W.)	
	62° 38 }	
	62° 47 } (R.).	62° 35
	62° 52 }	
	63° 4 (T.)	
$(10\bar{1}0) : (0001)$.	90° 0 (R. T.). . . .	90° 0
$(11\bar{2}0) : (0001)$.	90° 0 (R. T.). . . .	90° 0
$(10\bar{1}0) : (11\bar{2}0)$.	30° 0 (R. T.). . . .	30° 0

On voit que, non seulement les formes primitives des deux métaux sont très voisines, mais que les isocéloèdres (ou rhomboèdres) les plus développés sont les mêmes.

De même que dans les produits obtenus par Morse et Jones et étudiés par Williams, ce qui domine, dans le cadmium de M. Le Châtelier, ce sont les agrégats polyédriques.

Ces agrégats sont en tout semblables aux agrégats de zinc, sauf quant à la couleur. Ce sont des gouttelettes à surface polyédrique, ou, quelquefois, mi-partie polyédrique, mi-partie sphéroïdale. Sur l'une de ces gouttes de cadmium, ayant la forme générale d'une calotte sphérique un peu surbaissée, de 5 millimètres de largeur et de 3 millimètres de hauteur, M. Richard a compté 78 facettes. Les anglesque ces facettes font entre elles ne décèlent aucune symétrie.

Le seul fait intéressant que j'aie à signaler est identique

(1) W., mesure faite par Williams ; R., mesure faite par M. Richard ; T., mesure faite par moi.

à celui que j'ai signalé plus haut pour le zinc. En piquant *normalement*, au moyen d'une aiguille, et en un point quelconque, une de ces facettes polyédriques, on donne naissance, *dans tous les cas*, à une figure de glissement dont la symétrie est hexagonale. Cette figure ne diffère point de celle que l'on obtient avec le zinc.

Si l'on pique une région sphéroïdale ou sphérique de la surface d'une gouttelette, on n'obtient, en général, aucune figure de glissement, ou du moins aucune figure symétrique.

Les culots un peu volumineux de cadmium, qui se sont formés en quelques points du tube condenseur, ont une surface libre tantôt entièrement courbe, tantôt formée, par endroits, de facettes polyédriques faisant entre elles des angles très obtus. Dans les échantillons que je possède, ces facettes sont dépourvues d'éclat et semblent recouvertes d'une poussière de cristaux microscopiques confusément orientés : elles ne donnent lieu à aucune figure de glissement qui soit hexagonale. On constate parfois, dans les culots relativement volumineux, l'existence d'un plan (correspondant sans doute à une fissure de retrait) dont l'affleurement à la surface du culot coupe les facettes polyédriques en les dérangeant un peu : de telle sorte que les deux portions de la même facette situées de part et d'autre de la ligne d'affleurement font entre elles un angle peu différent de 180°.

Les surfaces cylindriques, par où les globules et les culots de cadmium adhèrent au tube de verre, se comportent comme les surfaces analogues des culots et globules de zinc. Le plus souvent la piqûre d'une aiguille n'y détermine aucune figure symétrique. Çà et là, il se produit une figure hexagonale.

En résumé, j'ai constaté que l'isomorphisme du cadmium

et du zinc est beaucoup plus parfait que ne l'avait dit Williams. Pour ces deux métaux, la forme primitive est hexagonale, ou peut-être rhomboédrique. Le rapport $\frac{c}{a}$ est égal à 1,335 pour le cadmium et à 1,356 pour le zinc.

Le cadmium et le zinc, par distillation dans le vide, donnent des agrégats sphérolithiques à facettes polyédriques, qui sont des buissons de cristaux divergeant d'un centre et se terminant, chacun, par une facette plane perpendiculaire à son axe sénaire. Partout où le refroidissement est très brusque, il se fait des agrégats confus de cristaux enchevêtrés, et la surface libre des globules et des culots métalliques reste sphéroïdale (1).

Minéraux nouveaux.

Ancylite. — Les cristaux de cette substance sont très petits et peu distincts; leurs faces sont courbes, et c'est de cette propriété qu'on a tiré le nom du minéral (ἀγκύλος, courbé). Ils ont la forme octaédrique. Les propriétés optiques montrent qu'ils appartiennent au système rhombique. Ils présentent les faces (011) et (101). L'angle (101) : $(10\bar{1})$ est de 90° 5′, et l'angle (011) $(01\bar{1})$ de 85° 4. Les rapports des axes sont donc :

$$a : b : c = 0{,}916 : 1 : 0{,}9174.$$

Les cristaux présentent deux types : les uns, presque sphériques, ont les faces arrondies et ne dépassent pas 1/2 millimètre de diamètre; les autres atteignent 4 millimètres de diamètre et ont des formes distinctes.

(1) M. H. Le Châtelier a constaté, par l'observation microscopique, l'existence, sur un grand nombre de facettes des agrégats polyédriques de zinc et de cadmium de figures nettement hexagonales. Cette constatation, dont il a fait part à la Société, confirme absolument l'opinion que je viens d'exposer.

La couleur est jaune orange, brune ou grise et quelquefois brun résineux. Les cristaux formant des croûtes sur du feldspath ou de l'œgyrine sont généralement jaune verdâtre ou vert jaunâtre. L'éclat est vitreux sur les faces et gras sur la cassure. Le minéral est subtranslucide. Au microscope, l'ancylite est transparente ou opaque par suite de l'existence d'inclusion d'œgyrine.

Le plan des axes optiques est parallèle à *p* (001) et la bissectrice aiguë coïncide avec l'axe *b*. Optiquement positive. Biréfringence très élevée. Les indices de réfraction n'ont pas pu être déterminés.

La densité est de 3,95, et la dureté 4,5. Pas de clivages.

L'analyse exécutée par R. Mauzelius a donné les résultats suivants :

CO^2, 23,28; ThO^2, 0,20; Ce^2O^3, 22,22; (La^2O^3, Di^2O^3, etc.), 24,04; FeO, 0,35; MnO, trace; SrO, 21,03; CaO, 1,52; H^2O, 6,52; F, trace; Ins., 0,60. Total : 99,76.

ce qui conduit à la formule

$$4Ce\,(OH)\,CO^3 + 3SrCO^3 + 3H^2O.$$

L'ancylite se rapproche de la weybyeite de Brögger.

Cordylite. — Parisite barytique trouvée seulement à l'état cristallisé. Les cristaux, toujours de petite taille, ne dépassent pas 3 × 1 millimètres. Ils appartiennent au système hexagonal et présentent généralement les faces du prisme *m* $(10\bar{1}0)$ très développées, la base *p* (0001) qui se présente rarement et qui est toujours très petite, et les pyramides $(4.0.\bar{4}.15)$ $(10\bar{1}3)$ et $(20\bar{2}3)$.

L'angle

$$4.0.\bar{4}.15 : 0001 \text{ est de } 46^\circ\,12';$$

d'où l'on tire :

$$a : c = 1 : 3{,}3865.$$

Le développement de ces cristaux présente une particularité de forme. Ils ont souvent la forme d'une massue, d'où le nom du minéral (de χορδύλη).

Le minéral est jaune pâle, quelquefois presque incolore, souvent jaune brun, par suite de son altération.

La cordylite est optiquement négative ; la biréfringence est faible. Les cristaux sont trop petits pour qu'on puisse déterminer les indices de réfraction.

La structure est zonaire.

La densité est 4,31, et la dureté 4,5. La cassure est conchoïdale. Il existe un clivage très distinct parallèlement à la base.

L'analyse faite par R. Mauzelius a donné les résultats suivants :

CO^2, 23,47 ; ThO^2, 0,30 ; Ce^2O^3, 23,72 ; (La^2O^3, Di^2O^3, etc.), 25,67 ; Y^2O^3, traces ; FeO, 1,43 ; BaO, 17,30 ; CaO, 1,91 ; H^2O, 0,80 ; F^2, (4,87) ; partie insoluble, 2,58. Total : 102,05 — 2,05 pour O = 100.

On en a tiré la formule $Ce^2F^{12}BaC^3O^9$. Ce minéral se rapproche donc beaucoup de la parisite de Muso, la barytine remplaçant la chaux.

La cordylite se trouve dans une pegmatite, associée à l'œgyrine sur laquelle les cristaux sont implantés à la parisite, à la neptunite, etc.

Spodiophyllite. — Ce minéral, qui se présente seulement en cristaux, cristallise dans le système rhomboédrique et a l'apparence d'une chlorite. Les cristaux atteignent 1 centimètre de longueur et 5-6 millimètres de largeur. Ils possèdent le clivage des micas et ont une couleur gris de cendre, d'où le nom de spodiophyllite, créé par l'auteur (σποδιός, gris de cendre, et φύλλον, feuille). La section des cristaux est triangulaire.

Le minéral est uniaxe, et la double réfraction est négative et faible. La densité est 2,633, et la dureté un peu supérieure à celle de la calcite.

L'analyse a donné :

SiO^2, 53,61 ; Fe^2O^3, 11,24; Al^2O^3, 4,27 ; FeO, 4,13; MnO, 0,64; MgO, 10,16; Na^2O, 8,55 ; K^2O, 7,80. Total : 100,40.

La formule déduite est $(Al,Fe)^2 (Mg,Fe,Mn)^3 (Na^2,K^2)^2 Si^8O^{24}$. C'est donc un métasilicate dont la composition est voisine de celle de l'œgyrine ou de l'œfvedsonite.

Tainiolite. — Les cristaux, toujours petits ($5^{mm} \times 1$), ont la forme d'une bande, d'où le nom qu'on leur a donné (ταινία, bande).

Le minéral appartient au groupe des micas. Les formes observées sont (001) (010) (023) (027) (111). Macles avec *p* comme faces d'association.

L'angle des axes optiques 2E est voisin de 50°. La double réfraction est négative et n'est pas très forte.

L'analyse faite par Mauzelius a donné les résultats suivants :

SiO^2, 52,2; Al^2O^3, 2,7; FeO, 0,6; MgO, 19,1 ; K^2O, 11,5; Na^2O, 1,8; Li^2O, 3,8; perte, 8,7. Total : 100;

qui conduisent à la formule

$$(MgOH)^2 (K, Na, Li) Si^3O^8 + H^2O.$$

La perte de 8,7 a été considérée comme représentant la quantité d'eau.

La densité est 2,86; et la dureté, de 2,5 à 3. Le tainiolite fond au chalumeau en colorant la flamme en rouge. Elle est lentement, mais complètement décomposée par l'acide chlorhydrique.

Lorenzite. — Ce minéral n'a été trouvé qu'en petits cristaux ayant 1 millimètre de long sur $0^{mm},1$ de large et appartenant au système rhombique. Ils présentent les formes (100), (010), (110), (120), (1.12.0), (111), (231). De la valeur des angles (120) : (120) = 100° 47′ et (111) : (110) = 55° 13′, on a déduit les valeurs :

$$a : b : c = 0,6042 : 1 : 0,3592.$$

La forme dominante est (120). Les faces de la zone verticale sont souvent striées. Les cristaux sont allongés suivant l'axe vertical et terminés par une pyramide. Ils sont transparents; quelquefois ils sont noirs à leur extrémité. Optiquement positifs. Le plan des axes est parallèle à h^1 (100). La mesure des indices a donné

	Rouge.	Jaune.	Vert.
α (n_p)	1,7320	1,7431	1,7580
γ (n_g)	1,7785	1,7876	1,8025

La mesure de l'angle des axes dans l'air a donné 2E = 72°.
La densité est 3,42, et la dureté est un peu supérieure à 6.
L'analyse a donné à Mauzelius les résultats suivants :

SiO^2, 34,26; TiO^2, 35,15; ZrO^2, 11,92; Na^2O, 17,12; K^2O, 0,37; H^2O, 0,77. Total : 99,59.

L'eau étant négligée, on est conduit à la formule

$$Na^2O,2(Ti,Zr)O^2,2SiO^2 \quad \text{ou} \quad Na^2(TiO^2)Si^2O^7,$$

le titane remplaçant le zirconium.

La lorenzite est facilement fusible au chalumeau, en donnant un globule noir, et n'est soluble que dans l'acide fluorhydrique.

Le minéral est dédié au minéralogiste danois J. Lorenzen.

Leucosphénite. — Les cristaux de ce minéral ont une couleur blanche et ont la forme d'un coin, d'où leur nom (λευκός, blanc, et σφήν, coin). Ils ont été trouvés en très petite quantité et ne dépassent pas 5 millimètres de long sur 1 à 2 de large. Ils sont monocliniques et présentent les formes (100) (010) (001) (011) (101) (110) (130) (112) ($\bar{1}$11) (133) (263).

De la valeur des angles

$$130 : 130 = 120°15'; \ (130) : (001) = 88°15'$$

et

$$(101) : (001) = 53°21';$$

on a calculé

$$a : b : c = 0,5813 : 1 : 0,8501; \qquad \beta = 93°23'.$$

Les cristaux sont aplatis suivant p et allongés suivant l'arête pg^1.

Les macles sont fréquentes. Le plan d'association est p. Un cristal tourne de 180° autour de l'axe perpendiculaire à ce plan.

Le plan des axes optiques est presque parallèle à p.

La bissectrice aiguë coïncide avec l'axe cristallographique a.

Le minéral est négatif. La mesure des indices a donné :

	n_p	n_m	n_g	$n_g - n_p$
Rouge.	1,6401	1,6372	1,6829	0,0428
Jaune	1,6445	1,6609	1,6878	0,0433
Vert.	1,6475	1,6638	1,6923	0,0448

et le calcul de l'angle des axes :

	Rouge.	Jaune.	Vert.
2Va.	79°26'	77°4'	75°18'

La densité est 3,05, et la dureté 6,5. Clivage distinct suivant g^1.

L'analyse exécutée par Mauzelius a donné les résultats suivants :

SiO^2, 56,94; TiO^2, 13,20; ZrO^2, 3,50; BaO, 13,75; Na^2O, 11,14; K^2O, 0,56; H^2O, 0,31. Total : 99,40.

Elle conduit à la formule :

$$BaO . 2Na^2O . 2Ti(Zr)O^2, 10SiO^2$$

ou :

$$BaNa^4(TiO^2)(Si^2O^5)^5.$$

C'est un dimétasilicate, de composition analogue à celle de la pétalite. Mais il n'y a pas de relations cristallographiques avec ces deux minéraux.

Au chalumeau, la leucosphénite décrépite et fond avec difficulté, donnant un globule noirâtre. Elle est décomposée par l'acide fluorhydrique.

Narsarsukite. — Minéral quadratique présentant les formes (001), (100), (110), (210), (111). La base *p* est la forme dominante; cependant, sur quelques cristaux, les faces prismatiques prennent un développement égal à celui de *p*, et les cristaux paraissent cubiques. La valeur de l'angle (111) : (110) 53°23′ donne pour le rapport

$$a : c = 1 : 0,52352.$$

La couleur est jaune de miel avec une teinte brun rouge sur les parties les plus claires. Polychroïque. Double réfraction positive. La valeur des indices mesurés au moyen d'un prisme:

	Li	Na	Tl
ω	1,5492	1,5532	1,5576
ε	1,5801	1,5842	1,5861

L'analyse exécutée par M. Chr. Christensen a donné les résultats suivants:

SiO^2, 61,63; TiO^2, 14; Fe^2O^3, 6,30; Al^2O^3, 0,28; MnO, 0,47; MgO, 0,24; Na^2O, 16,12; F^2, 0,71; H^2O, 0,29.
Total : 100,4 — O pour F^2, 0,30 = Total : 99,74.

On en tire la formule

$$Ti^2Si^{12}O^{22}Na^6FeF.$$

Les minéraux décrits ci-dessous et rapportés aussi par M. Flink, l'épistolite, la britholite et la schizolite, proviennent de la syénite néphélinique de Julianehaab, Groenland.

Épistolite. — Les cristaux, en forme de lames minces rectangulaires, de $20^{mm} \times 1^{mm}$, de couleur blanche (d'où leur nom ἐπιστολή), sont monocliniques et présentent les faces p (001) (face d'aplatissement), m (110) (011) (504) ($\bar{1}02$). Les angles n'ont pu être mesurés avec une grande précision.

$$a : b : c = 0{,}803 : 1 : 1{,}206, \qquad \beta = 74°45'$$
$$(001) : (110) = 78°, \qquad (001) : (011) = 49°20'.$$

La densité est 2,885; la densité, de 1 à 1 1/2.

La fragilité du minéral est si grande que le minéral se pulvérise entre les doigts. Il existe un clivage parfait parallèle à p (001), et un autre moins parfait, probablement suivant m (110).

L'épistolite est le plan des axes optiques parallèle au plan de symétrie. L'angle apparent vu sur p est à peu près de 90°. L'angle réel doit être de 80°. Le minéral est optiquement négatif. La dispersion est inclinée, $\rho > v$. La biréfringence mesurée avec l'appareil compensateur de Babinet sur les faces p est de 0,0297.

L'analyse faite par M. Chr. Christensen a donné :

SiO^2, 27,59; Nb^2O^5, 33,56; TiO^2, 7,22; FeO, 0,20; MnO, 0,30; CaO, 0,77; MgO, 0,13; Na^2O, 17,59; H^2O, 11,01; F, 1,98. Total : 100,35 — O = 0,83. Total : 99,52.

La formule

$$19SiO^2, 4TiO^2, 5N6^2, 5Nb^2O^5,$$
$$(Ca, Mg, Fe, Mn)O, 10Na^2O, 21H^2O, 4NaF,$$

représente approximativement cette composition, qui ne se rapproche d'aucune de celle d'un minéral connu.

L'épistolite se trouve dans un filon de pegmatite et dans une masse d'albite grenue. Elle a été décrite par M. O.-B. Boeggild.

Chalcolamprite. — Les cristaux de ce minéral atteignent à peine 5 millimètres et se présentent toujours en octaèdres réguliers. Ils sont souvent traversés par des fentes dans lesquelles se trouvent des aiguilles d'œgyrine unissant les parties brisées du cristal. Quelquefois les cristaux sont creux. La couleur est brun gris foncé inclinant sur le rouge. Les faces ont un éclat métallique avec des irisations rouge de cuivre et vertes, d'où le nom du minéral (χαλκός, cuivre; λαμπρός, éclat). Sur les cassures, l'éclat est gros. Le minéral est opaque et translucide en écailles très minces. Il n'y a pas de clivages. La densité est de 3,75, et la dureté de 5,5.

L'analyse, exécutée par M. R. Mauzelius, a donné les résultats suivants :

Nb^2O^5, 59,65; SiO^2, 10,86; TiO^2, 0,52; ZrO^2, 5,71; Ce^2O^3, etc., 3,41; Fe^2O^3, 1,87; MnO, 0,44; CaO, 9,08; K^2O, 0,38; Na^2O, 3,99; H^2O, 1,79; F^2, 5,06.
Total : 102,76 — O = 2,13 = 100,63,

qui conduisent à la formule empyrique $R''Nb^2O^6F^2+R''SiO^3$. La chalcolamprite appartient donc au groupe du pyrochlore.

Endéiolite. — Les cristaux, toujours très petits, se montrent en octaèdres réguliers, implantés le plus souvent sur des cristaux d'œgyrine sur lesquels ils sont fixés par une face octaédrique. La macle des spinelles, qui n'a pas été constatée dans les autres minéraux du groupe du pyrochlore, existe ici. La couleur est brun chocolat foncé. La poussière est gris jaunâtre. En lamelles très minces, l'endéiolite est translucide et a une couleur brun rougeâtre. L'éclat est métallique sur les faces. Il n'y a pas de clivages. La densité est 3,44; et la dureté, 4 environ. Ce minéral est absolument isotrope.

L'analyse a donné à M. Mauzelius les résultats suivants :

Nb^2O^5, 59,93; SiO^2, (*11,48*); TiO^2, 0,76; ZrO^2, 3,78; Ce^2O^3, 4,43; Fe^2O^3, 2,81; MnO, 0,37; CaO, 7,89; K^2O, 0,43; Na^2O, 3,58; H^2O, 4,14; F^2, 0,69 — O = 0,29. Total : 100.

On en déduit la formule

$$R''Nb^2O^6\,(HO)^2 + R''SiO^3.$$

Le nom du minéral est tiré du fait que les analyses ont donné une perte considérable de 10 0/0, qui a été attribuée à la silice (ἔνδεια, manque).

La chalcolamprite et l'endéiolite appartiennent toutes les deux au groupe du pyrochlore et diffèrent des autres espèces par la présence de la silice remplaçant TiO^2, ThO^2, etc.

Britholite. — Ce minéral, décrit par M. Chr. Winther, avait déjà été remarqué par M. G. Flink, qui l'avait désigné « the cappelenitelike mineral » Meddelelser om Gronland, XIV, 245. Il a été trouvé à Naujakasik dans une pegmatite de la syénite néphélinique. Il se présente en petits prismes bruns, hexagonaux, montrant les formes 1010, 1011, et quelquefois 1120. (c = 07,32). Mais une étude approfondie des propriétés cristal-

lographiques et optiques montre que le minéral est rhombique et que les prismes hexagonaux sont dus à l'existence de macles identiques à celles de l'aragonite. Les formes observées sont alors h^1(010), m(110), (130) (021), $b^{1/2}$(111). De la mesure des angles (010) : (110) = 58° 13′ et (021) : (010) = 49° 48′, on tire

$$a : b : c = 0{,}620 : 1 : 0{,}423.$$

Le prisme hexagonal est formé de six individus rhombiques dont les plans des axes optiques se coupent suivant l'axe vertical du prisme. Le plan d'association des cristaux rhombiques est m(110).

La britholite est de couleur brune et opaque. La double réfraction est faible. Les cristaux sont optiquement négatifs. La bissectrice aiguë est parallèle à l'axe vertical. Le plan des axes est parallèle à g^1. L'angle des axes optiques est faible; mais il n'a pu être déterminé exactement. La dureté est 5 1/2, et la densité 4,446 (le nom du minéral est tiré de βριθος, lourd). Il n'y a pas de clivages.

L'analyse exécutée par M. Christensen a donné :

SiO^2, 16,77; P^2O^5, 6,48; $(Ce,La,Di)^2O^3$, 60,54; Fe^2O^3, 0,43; CaO, 11,28; MgO, 0,13; Na^2O, 1,85; H^2O, 1,27; F, 1,33. Total : 100,08.

Si l'on suppose que l'acide phosphorique est combiné au cérium, comme dans la monazite, et le fluor avec le sodium, on obtient la formule

$$3\,[4SiO^2,\ 2\,(Ce, La, Di, Fe)^2O^3,\ 3\,(Ca, Mg)\,O,\ H^2O,\ NaF]$$
$$2\,[P^2O^5,\ Ce^2O^3].$$

Schizolite. — Ce minéral, décrit par Chr. Winther, est une pectolite manganésifère se présentant en colonnes prismatiques dont la couleur varie du rose au brun par suite de l'altération

de la substance. La schizolite est demi-transparente et possède un clivage marqué suivant les faces parallèles à la longueur des colonnes (le nom du minéral est tiré de ce fait : χιζω, séparer, clivage), et qui correspondent à p (001) et à h^1 (100). Les cristaux monocliniques sont allongés suivant l'arête ph^1. Les formes observées sont h^1 (100), p (001) (101) (201) (610). La valeur des angles fondamentaux (100) (101) est de 50° 30′; (100) : (610) = 10° 49′ et (001) : (101) = 43° 58′.

$$a : b : c = 1,1496 : 1 : 1,0343, \qquad \beta = 85° 32'.$$

Le plan des axes optiques est perpendiculaire à g^1 (010). n_g est parallèle à b; et n_m, situé dans l'angle aigu compris entre a et c, fait avec c un angle de 13° 8′. L'angle des axes optiques pour la lumière du sodium est de 2E = 82° 40′. La biréfringence pour la lumière du sodium mesurée sur h^1 (100) est de 0,02711.

La densité est 3,089; et la dureté, de 5 à 5 1/2.

L'analyse exécutée par M. Christensen a donné :

SiO^2, 51,06; TiO^2, 0,68; Ce^2O^3, 1,47; FeO, 2,79; MnO, 12,90; CaO, 19,48; Na^2O, 10,71; H^2O, 1,36. Total : 100,45.

La formule $15(Si,Ti)O^2,10(Ca,Mn,Fe,Ce)O,4(Na,H)^2O$ représentent ces résultats. On peut l'écrire $15SiO^2,10RO,4R'^2O$, tandis que celle de la pectolite est $3SiO^2,2RO,R'^2O$. Il y a donc une différence portant sur la quantité de R′O.

M. G. Flink a recueilli des échantillons intéressants de minéraux provenant des mêmes régions, leur description sommaire sera publiée dans le prochain *Bulletin*.

Agnolithe. — Breithaupt avait désigné sous le nom de manganocalcite un minéral de Schemnitz, formé surtout de carbonate de manganèse, associé à des carbonates de chaux, de magnésie et de fer. Il avait attribué à cette substance la forme rhombique, et il admettait que c'était une aragonite dans laquelle

le calcium était remplacé par le manganèse ; Krenner, en 1883, montra que le minéral avait les clivages de la calcite. Des Cloizeaux constata que, dans les échantillons de Breithaupt, il y avait un silicate hydraté de manganèse monoclinique ou triclinique. M. E. Breusing a repris l'étude de la question et, dans une thèse inaugurale, il donne, avec l'historique, le résultat de ses recherches sur tous les échantillons indiqués comme manganocalcite et existant dans les grands musées. Ainsi les échantillons de manganocalcite du Muséum et de l'Ecole des Mines de Paris sont du spath brunissant manganésifère ; ceux étudiés par Breithaupt sont un mélange de dolomie et d'un minéral triclinique. Au minéral triclinique indiqué par Des Cloizeaux M. Breusing donne le nom de agnolithe (de ἀγνοέω, méconnaître). Il est caractérisé per un éclat vitreux, une couleur allant du rouge de chair au rose, une dureté de 5 et une densité de 3,054 à 3,067. Il existe un clivage suivant la direction des fibres. Le minéral forme des agrégats arrondis ayant une structure radiée. Il est associé aux carbonates de calcium, de magnésium, de manganèse et de fer, au quartz, à de la silice, à la blende, à la pyrite et peut-être à la psilomélane ou à la braunite.

La moyenne d'une des séries des analyses faites sur le mélange a donné :

SiO^2, 42,15 ; FeO, 1,12 ; MnO, 35,88 ; CaO, 8,22 ; MgO, 0,51 ; CO^2, 6,14 ; H^2O, 6,37.

Le carbonate de chaux et de magnésie étant éliminé, la composition centésimale de l'agnolithe est

SiO^2, 49,29 ; (MnO + FeO), 43,26 ; eau, 7,45.

La formule $(SiO^3)^4 Mn^3H^2.H^2O$ représente ces résultats. L'agnolithe est donc une zéolite qui doit être rangée à côté de l'apophyllite et de la heulandite. Elle se rapproche aussi de l'inésite par le système cristallin, les deux minéraux étant tricliniques, et par l'existence du manganèse, mais l'agnolithe ne contient pas de calcium. (E. Breusing, *Untersuchungen über Breithaupt's Manganocalcit*. Stuttgart, 1900).

Compte rendu des publications étrangères.

F.-W. Clarke et G. Steiger. — *Expériences relatives à la constitution de la pectolite, de la pyrophyllite, de la calamine et de l'analcime* (*Am. Journal of Sc.*, octobre 1899, p. 245).

Clarke et Schneider ont étudié, de 1889 à 1892, les propriétés chimiques des silicates naturels. L'action du chlorure d'ammonium sec à la température de dissociation sur les divers silicates leur avait fourni des résultats intéressants. Les minéraux étudiés sont inégalement attaqués. L'action de la chaleur sur les silicates, par suite de la séparation d'une partie de la silice, fournit aussi de bonnes indications sur la constitution chimique. MM. Clarke et Steiger se sont servi de ces deux réactions pour l'étude des minéraux suivants.

Pectolite. — Les échantillons de pectolite étudiés proviennent de Bergen Hill, New Jersey. La formule $HNaCa^2Si^3O^8$ représente leur composition. Pour savoir si la pectolite est un véritable métasilicate, les auteurs ont chauffé la substance au rouge vif et l'ont ensuite plongée, pendant quinze minutes, dans une solution de carbonate de sodium contenant 250 grammes par litre. La quantité de silice obtenue, 8,68 0/0 en moyenne, correspond à peu près à 1/6 de la silice totale et confirme l'opinion que la pectolite est un métasilicate.

Pyrophyllite. — La formule de ce minéral est représentée par $AlHSi^2O^6$. Si elle correspond à un métasilicate, la quantité de silice qui doit être libérée par fusion ignée est

un quart de la silice totale. Mais les résultats obtenus ne confirment pas cette opinion.

Analcime. — Les recherches plus étendues sont relatives à l'analcime. Ce minéral, chauffé avec le chlorure d'ammonium, dégage une partie de sa soude et absorbe de l'ammoniaque; aussi les auteurs ont consacré à l'étude de ce fait une note publiée dans l'*Am. Journ.*, février 1900, p. 117.

Les recherches ont été faites sur l'analcime de Nouvelle-Écosse, dont la composition et la quantité d'eau obtenue à diverses températures sont les suivantes :

		Eau obtenue	
SiO^2	55,72	à 100°	0,13
Al^2O^3	23,06	180	0,75
CaO	0,17	260	2,44
Na^2O	12,46	300	1,28
H^2O à 100°	0,13	350	1,76
H^2O au-dessous de 100°	8,26	rouge	2,03
	99,80	Total.	8,39

Une partie d'analcime, réduite en poudre et mélangée intimement avec 4 parties de chlorure d'ammonium, est chauffée dans un creuset ouvert, jusqu'à la volatilisation complète du chlorure. Quâtre expériences ont donné les résultats suivants :

	Temps de chauffe	Température	Soude déplacée	Ammoniaque restant dans le résidu
A. . . .	28 heures	300°	4,75	2,04
B. . . .	8 h. 1/2	350	6,36	2,88
C. . . .	26	350	3,76	1,72
D. . . .	5	340 à 380	6,70	2,85

Dans une autre série d'expériences, le mélange était chauffé dans un tube scellé et porté à la température de 350°. On admet que, comme précédemment, le sodium se combine au chlore pendant que l'ammoniaque est absorbée par le silicate. Trois expériences ont donné les résultats suivants :

	Analcime.	Résidu A.	Résidu B	Résidu C.
SiO^2	55,72	61,93	61,68	61,79
Al^2O^3.	23,06	25,21	25,33	25,24
CaO	0,17	—	—	—
Na^2O.	12,46	0,40	0,22	0,28
AzH^3.		7,23	6,95	7,71
H^2O.	8,39	4,50	4,91	5,01
Total. . . .	99,80	99,27	99,09	100,03

En admettant que les 0,28 0/0 de soude qui restent représentent celle de l'analcime non attaquée (1,98 0/0) de la silice soluble et de 0,46 0/0 d'eau perdu au-dessous de 300°, on calcule la formule de l'analcime ammoniacale représentée par $AzH^4AlSi^2O^6$.

Leucite. — Les auteurs ont aussi examiné l'action du chlorure d'ammonium sur la leucite. Les deux corps ont été chauffés, à 350°, dans un tube fermé. On obtient la même réaction qu'avec l'analcime. La potasse (19,54) et la soude (1,25) sont remplacées par 7,35 d'ammoniaque. La leucite ammoniacale ainsi obtenue peut être transformée en leucite calcique $CaAl^2Si^4O^{12}$ par l'action du chlorure de calcium. Celle-ci se montre, sous le microscope, en grains paraissant isotropes et avec des indices de cristallisation. Il est à remarquer que le produit obtenu présente des analogies avec la maskelinite des météorites, que M. Groth considère comme étant peut-être une leucite calcique.

Des expériences semblables ont été faites sur les zéolithes suivantes :

	Eliminés.			Absorbés.
Mésotype. . .	17,56 0/0 de Na^2O			8,29 de AzH^3
Laumonite. .	4,51	CaO et	0,35 Na^2O	5,36 —
Stilbite. . . .	6,54	CaO	1,31 Na^2O	5,36 —
Chabasie. . .	4,37	CaO	1,35 Na^2O	4,55 —
Thomsonite .	7,94	CaO	3,40 Na^3O	4,01 —
Heulandite. .	4,59	CaO	1,59 Na^2O	3,64 —
Apophyllite .	21,59	CaO	5,18 Ka^2O	0,79 —
Pectolite. . .	20,72	CaO	6,46 Na^2O	1,44 —
Eleoite	2,25	Na^2O		0,74 —

V. Goldschmidt. — *Sur la trogerite et l'uranospinite artificielle* (*Zeitsch. f. Kryst.*, t. XXXI, p. 469).

Les cristaux de trögerite examinés proviennent de la mine de « Weissen Hirsch », près de Schneeberg. Ils sont très petits, et la mesure des angles a fourni des résultats différents de ceux obtenus par Schrauf. Le minéral peut être considéré comme quadratique ou comme monoclinique. Schrauf avait adopté pour la trögerite cette dernière symétrie ; il avait trouvé les rapports $a : b : c = 0,70 : 1 : 0,42$, et $\beta = 100°$. La valeur des angles, la simplicité des faces dans l'hypothèse où le minéral est quadratique, et l'isomorphisme qui existerait avec la zeunérite, plaident en faveur de la symétrie tétragonale ; mais les propriétés optiques (la trögerite est biaxe, la position du plan des axes optiques et l'angle d'extinction sont fixes) indiquent, au contraire, que le minéral est monoclinique. L'auteur examine si c'est aux propriétés cristallographiques ou aux propriétés optiques qu'il faut attribuer la priorité pour établir la symétrie d'une substance. Il conclut, après avoir fait intervenir

de nombreuses considérations, que la trögerite est quadratique et qu'elle présente des anomalies optiques.

Les cristaux d'uranospinite artificielle se montrent avec le microscope sous la forme de petites tables quadratiques: mais ils n'ont pu être mesurés. Leurs propriétés optiques sont très intéressantes. Ils sont à un axe et optiquement négatifs, comme la zeunérite, tandis que l'uranospinite naturelle, d'après M. Weisbach, est biaxe. L'uranospinite est donc quadratique et présente des anomalies optiques.

E. Kaiser. — *Notices minéralogiques* (*Zeitsch. f. Kryst.*, t. XXXI, p. 24).

Melilite du Vésuve. — Un grand nombre de mesures ont montré à l'auteur que le rapport $a : c$ oscille entre 1 : 0.47635 et 1 : 0.45091. Une telle différence ne peut pas être attribuée à des erreurs d'observation. Pour expliquer les différences de composition de la mélilite, Vogt admet que cette dernière est formée par un mélange isomorphe d'akermanite et de gehlenite. L'analyse des échantillons du Vésuve donnant des rapports d'axes différents n'a pas été faite ; mais il est très probable qu'ils ont une composition différente.

Néphéline du Vésuve. — Le rapport $a : c = 1 : 0,83846$. M. Kaiser établit la parenté entre la néphéline et la davyne.

L'auteur donne la description de quelques minéraux des « Siebengebirge », près de Bonn : la mésotype, la thomsinite, l'apophyllite, de l'aluminite de Melbthal, de la blende d'Adenau et de la cérusite de Rheinbreitbach et de Honnef.

Le Secrétaire, gérant,
Paul GAUBERT.

Tours. — Imprimerie Deslis Frères.

C. Friedel

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE MINÉRALOGIE

ANNÉE 1900. — BULLETIN N° 4.

Compte rendu de la séance du 5 avril 1900.

PRÉSIDENCE DE M. WALLERANT.

M. LE PRÉSIDENT annonce une présentation.

Sur l'origine de la gédrite des Pyrénées et sur un nouveau gisement de ce minéral.

Par M. A. LACROIX.

La gédrite a été découverte par d'Archiac, à 2 kilomètres environs du village de Gèdres (Hautes-Pyrénées) et a été décrite par Dufrénoy. Tous les échantillons de ce minéral, qui se trouvent dans les collections, proviennent d'un même bloc, non en place et aujourd'hui à peu près entièrement débité. Dans ma *Minéralogie de la France*, j'ai fait remarquer que ce minéral provient probablement d'assises schisteuses

paléozoïques métamorphisées par le granite. Le bloc en question est en effet éboulé du Coumély, qui, d'après les travaux récents de M. Bresson, est constitué par le dévonien supérieur.

Cette note a pour but de décrire un nouveau gisement de gédrite, dans lequel il est facile de démontrer que ce minéral est bien un produit de l'action métamorphique du granite sur des schistes paléozoïques. Les roches qui le renferment étant semblables à celles de Gèdres, l'origine du gisement classique de gédrite est ainsi démontré.

Ce nouveau gisement se trouve dans l'un des sites les plus pittoresques des Pyrénées, dans la région du lac de Caillaouas, au fond de la vallée de la Neste de Louron. Le lac est situé à 2.165 mètres d'altitude, dominé par de hautes falaises de granite et de schistes paléozoïques (précambrien ou silurien) métamorphisés par lui, falaises atteignant et dépassant même 3.000 mètres ; le glacier des Gourgs-Blancs, s'appuyant sur les crêtes granitiques frontières de l'Espagne domine à la fois le lac de Caillaouas et le lac glacé d'Oo.

Les schistes de cette région sont des schistes micacés très cristallins au contact du granite ; ils prennent souvent le faciès de véritables micaschistes ; ils se chargent d'andalousite, de sillimanite, de cordiérite, de grenat et de tourmaline : au contact immédiat du granite et dans les lambeaux injectés par celui-ci, les schistes micacés deviennent feldspathiques (orthose-oligoclase) et se transforment en *leptynolites* à faciès gneissique.

Au déversoir du lac, qui a fait l'objet des travaux importants pour l'irrigation de la basse vallée de la Neste, j'ai recueilli quelques roches curieuses et constituées par la réunion de tous les minéraux qui constituent ordinairement, dans les Pyrénées, la caractéristique des phénomènes des contacts granitiques dans les schistes : *andalousite*, *sillimanite*, *stau-*

rotide, *cordiérite*, *tourmaline*, *almandin*, *zircon*, *corindon*, *spinelle vert*, *biotite :* des préparations taillées dans un même bloc montrent de très grandes variations dans les proportions relatives de ces divers minéraux. La sillimanite et l'andalousite y présentent fréquemment ces groupements à axes parallèles que j'ai décrits, il y a quelques années[1], d'après des échantillons provenant des Chalets Saint-Nérée dans la vallée de Mauléon-Barousse (Hautes-Pyrénées).

C'est avec ces roches exceptionnelles que se trouvent des schistes micacés riches en gédrite. M. Nentien m'avait communiqué, il y a deux ans, des schistes analogues, qu'il a recueillis entre Caillaouas et le premier lac des Gourgs-Blancs.

La gédrite de cette région, comme à Gèdres, se présente en groupes fibreux et bacillaires d'un brun canelle, ayant parfois plusieurs centimètres de longueur. A l'œil nu, on lui voit souvent associés dans sa gagude biotite des cristaux (b^1) d'almandin.

L'examen microscopique montre dans ces roches une assez grande variété de structure et de composition minéralogiques. Un premier type ne renferme que du quartz et de la cordiérite en fait d'éléments blancs, il contient beaucoup de grenat; un second est pauvre en quartz, riche en cordiérite et en feldspaths (orthose et oligoclase); il renferme de la staurotide, du spinelle, du corindon, peu ou pas de grenat.

La gédrite possède les mêmes propriétés qu'à Gèdres; elle est légèrement pléochroïque avec teinte jaune clair parallèlement à n_g. Les éléments blancs sont parfois grenus, et moulent la gédrite. Souvent ils forment de très grandes plages englobant des touffes palmées et cristallitiques de gédrite; enfin, dans bien des cas, on observe une véritable

(1) *Bull. Soc. Min.*, t. XII, p. 59.

structure ophitique de gédrite et de cordiérite avec axes plus ou moins parallèles. Quand cette dernière particularité est réalisée, on peut constater les différences de propriétés optiques des auréoles pléochroïques, qui existent à la fois dans les deux minéraux. Dans la gédrite, elles ont une biréfringence supérieure à celle du minéral, alors que l'inverse a lieu sur la cordiérite.

Le corindon est intimement associé au spinelle vert; ces deux minéraux forment de petits amas au milieu du feldspath ou de la cordiérite; j'ai signalé autrefois l'association de ces deux minéraux dans la gédrite de Gèdres.

La staurotide constitue des grains ou des cristaux (offrant la macle à 60°), à contours toujours irréguliers et frangés de spinelle et de corindon; je ne l'ai observé que dans les leptynolites. C'est le premier exemple, à moi connu, d'un schiste feldspathique renfermant de la staurotide. Dans toutes les roches pyrénéennes, contenant ce minéral, je l'ai toujours vu disparaître quand les feldspaths sont présents.

L'apatite, le zircon, la tourmaline, le graphite existent en petite quantité dans ces roches à gédrite.

Les schistes micacés de cette région renferment çà et là des amandes de quartz ou sont traversés par des filonnets de ce minéral; de gros cristaux (*p m*) d'andalousite rose, de quelques centimètres de longueur, y abondent.

Des lits minces de calcaire marmoréen riches en minéraux, sont intercalés dans les schistes de Caillaouas, notamment au voisinage du lac : les minéraux que l'on y rencontre sont le diopside vert, le grossulaire rosé (b^1), la wollastonite, la pyrrhotite; les mêmes minéraux se réunissent pour former des roches à éléments de plusieurs centimètres de plus grandes dimensions.

Je renvoie, pour plus de détails sur cette région, à un mémoire sur les phénomènes de contact du granite des Pyré-

nées en cours de publication dans le *Bulletin des services de la carte géologique de France*. Je signalerai seulement, en terminant l'existence de cristaux de chabasie dans les fentes des *schistes et du granite* du glacier des Gourgs-Blancs.

Sur le quartz prase des cargneules de Lazer.

Par Pierre Termier.

Je tiens de l'obligeance de M. Pâquier, préparateur de géologie à l'Université de Grenoble, des échantillons de cargneules provenant de Lazer (Hautes-Alpes), dans lesquels on observe, avec un peu d'oligiste et divers sulfures, des veinules et des nids remplis par un minéral d'un vert sombre.

L'aspect de ce minéral ferait d'abord songer à l'olivine, ou à certains pyroxènes, si l'on pouvait s'attendre à rencontrer de telles espèces dans un pareil gisement. En réalité, ce minéral vert sombre est du quartz prase.

Ce quartz prase a une densité d'environ 2,7, à peine supérieure à celle du quartz hyalin. Quand on le calcine au tube fermé, on voit qu'il dégage des traces de vapeur d'eau et, en même temps, un peu d'hydrocarbure à odeur empyreumatique. Après calcination, la teinte est grise. La teneur totale en eau et hydrocarbure n'atteint probablement pas un centième.

Au microscope, on constate que le quartz en question renferme des myriades de petits cristaux de biotite, parfaitement formés (prismes hexagonaux basés), dont la plus grande dimension n'excède pas un centième de millimètre. La plupart de ces prismes ont seulement quatre ou cinq

millièmes de millimètre de largeur (parallèlement à la base) et deux ou trois millièmes de millimètre de hauteur.

Ces très petits individus de mica biotite ont une couleur vert sale ou brun pâle, et un polychroïsme très marqué. Ils sont sensiblement uniaxes; leur signe est négatif; enfin leur biréfringence semble être d'environ 0, 05; elle est, en tout cas, supérieure à 0, 04.

Le quartz prase de Lazer remplit, comme je l'ai dit, des veinules et des nids à travers la dolomie caverneuse. Son origine est certainement hydrothermale, et les eaux qui l'ont déposé dans les fentes de la dolomie sont sans doute les mêmes qui ont apporté dans le voisinage des sulfures de plomb et zinc, et aussi des sels de strontiane. Il est bien curieux de voir naître, dans ces conditions, et en pareille abondance, des cristaux de mica noir.

J'ajoute que, contrairement à ce que l'on aurait pu croire d'après les caractères pyrognostiques, les inclusions liquides semblent très rares dans le quartz, même quand on regarde la préparation au grossissement de 1.500 diamètres. En revanche, quelques-uns des cristaux de biotite renferment une inclusion liquide à libelle.

Sur l'apatite rouge de l'andésite de Guillestre.

Par Pierre Termier.

Il est, comme chacun sait, très rare que l'apatite reste colorée quand on l'examine dans les lames minces dont se servent les pétrographes. Dans ces lames, dont l'épaisseur est inférieure à $0^{mm},05$, l'apatite des roches montre presque toujours une limpidité parfaite et une hyalinité absolue.

L'andésite de Guillestre (Hautes-Alpes), que j'ai récemment étudiée pour M. Kilian, professeur de géologie à l'Université de Grenoble, renferme en abondance des prismes courts et trapus d'apatite qui gardent, quelle que soit la minceur de la plaque, une belle couleur rouge de feu et un polychroïsme très sensible.

Ces prismes ont, au maximum, $0^{mm},1$ de longueur et $0^{mm},05$ de largeur. Ils ont une forme nettement hexagonale et sont terminés par un isocéloèdre (que je crois être a^1 de Des Cloizeaux) et par la base (0001). Les sections montrent de fines cassures parallèles aux clivages, c'est-à-dire à la base et aux faces du prisme fondamental. On observe çà et là des inclusions d'oligiste, disposées sans ordre, ou formant un liseré sur l'un des bords de la section, ou enfin groupées en un paquet dont la position, dans le prisme, est d'ailleurs quelconque.

La couleur rouge est très inégalement répartie. Elle s'exagère dans des sortes de colonnes parallèles à l'axe sénaire et presque toujours voisines des faces du prisme. Le nombre, la dimension relative, la forme de ces colonnes, leur distribution dans l'intérieur du cristal, varient considérablement. Souvent, près de l'axe du prisme, de vastes régions sont entièrement hyalines; ailleurs, c'est dans un liseré, sur le bord même de la section, que toute couleur disparaît. La répartition de la couleur semble être absolument indépendante des inclusions d'oligiste.

Le polychroïsme est énergique. La vibration n_p, parallèle à l'axe sénaire, transmet une teinte orangé foncé, ou encore rouge de feu. Les vibrations perpendiculaires transmettent un jaune très pâle ou même de la lumière blanche.

La biréfrigence des régions peu colorées est exactement celle de l'apatite ordinaire. Les colonnes fortement colorées sont un peu moins biréfringentes.

Ces propriétés rappellent celles que M. Brögger (1) a observées dans certaines apatites de Norwège, riches en oxyde de cérium. Les cristaux de l'andésite de Guillestre sont malheureusement trop petits pour que l'on puisse y constater la présence de cet oxyde.

Sur une association d'Epidote et de Zoïsite et sur les rapports cristallographiques de ces espèces minérales.

Par Pierre TERMIER.

EPIDOTE ET ZOISITES DU MONT-PELVAS.

Depuis la publication (2) du mémoire de M. Weinschenk sur l'épidote et la zoïsite, la question, posée par M. Groth en 1889 (3) et par M. Brögger en 1890 (4), des rapports cristallographiques de ces deux espèces minérales, n'a pas fait un pas. M. Weinschenk a très justement critiqué les deux théories proposées par MM. Groth et Brögger. La zoïsite ne résulte pas simplement de l'assemblage de multiples lamelles d'épidote ; et, d'autre part, beaucoup de propriétés de l'épidote ne s'expliquent pas par une *morphotropie* de la zoïsite. M. Weinschenk a montré, de plus, que la forme cristalline de l'épidote ne change pas d'une façon sensible quand varie la teneur en fer, et qu'il existe des variétés (clinozoïsite)

(1) W.-C. BRÖGGER, *Zeitsch. für Kryst.*, XVI, 1890, p. 70.
(2) E. WEINSCHENK, Ueber Epidot und Zoisit, *Zeitschrift für Kryst.*, XXVI, 1896.
(3) P. GROTH, *Tabellarische Uebersicht der Mineralien*, 3e édition, 1889, p. 109.
(4) W. C. BRÖGGER, *Zeitsch. für Kryst.*, XVI, 1890, p. 89.

qui ont la forme cristalline de l'épidote tout en contenant moins de fer que certaines zoïsites parfaitement authentiques.

Ainsi, le dimorphisme du silicate mixte

$$H^2Ca^4 (Al^2Fe^2)^3 Si^6O^{26}$$

n'est pas niable ; et M. Weinschenk, en divers points de son mémoire, laissait même entrevoir que ce silicate doit être trimorphe, la zoïsite semblant elle-même se présenter sous deux variétés optiquement distinctes. J'ai fait voir (1) deux ans plus tard qu'il y a, en effet, deux zoïsites, que j'ai définies d'une façon précise, et auxquelles j'ai donné les noms de *zoïsite* α et *zoïsite* β. Elles sont susceptibles de cohabiter sous la même forme cristalline, et l'on peut également les rencontrer à l'état isolé. Mais la question des rapports de ces deux zoïsites avec l'épidote demeurait entière.

Il manquait jusqu'ici, pour l'étude de ces rapports, l'argument, évidemment capital, que l'on aurait pu tirer d'une *association* naturelle de l'épidote et de la zoïsite. Cette *association*, que l'on a dû souvent chercher, et que l'on n'avait point encore rencontrée, je viens de la découvrir dans des échantillons de zoïsite rose et d'épidote verte provenant du Mont-Pelvas, échantillons qui m'ont été remis par M. Kilian, professeur de géologie à l'Université de Grenoble.

Le Mont-Pelvas (ou Paravas) est l'une des cimes qui jalonnent la frontière franco-italienne, au fond de la vallée du Guil (Queyras). Cette montagne est constituée par des *roches vertes* diverses, provenant pour la plupart de la transformation de gabbros. La zoïsite et l'épidote sont incluses dans de la prehnite blanche, qui remplit elle-même des vei-

(1) P. Termier, *Bull. Soc., Fr. Min.* XXI, 1898, p. 148 et suiv.

nules et des amygdales au sein des roches vertes. Un peu d'albite se mêle à la prehnite.

L'épidote est d'un vert pâle. Elle forme des groupements bacillaires ayant jusqu'à plusieurs centimètres de plus grande dimension, ou encore de fines baguettes noyées dans la prehnite. Toutes les propriétés sont celles de l'épidote commune. La biréfringence est d'environ 0,04, avec les variations locales qui sont habituelles à l'épidote. La composition est la suivante (analyse de M. Pisani) :

SiO^2	37.62
Al^2O^3	28.50
Fe^2O^3	9.30
CaO	23.20
MgO, K^2O, Na^2O	traces
H^2O	2.01
TOTAL	100.63

La zoïsite, d'un rose très pâle, se présente en fines aiguilles, souvent groupées en des sphérolithes imparfaits, souvent aussi disposées sans aucun ordre au sein des gros individus de prehnite. La longueur de ces aiguilles dépasse rarement quelques millimètres ; les plus grosses n'ont pas un millimètre de largeur. Les propriétés optiques sont celles de la zoïsite α, ou zoïsite ordinaire; on observe toutefois, dans des cas très rares, la coexistence, dans la même aiguille, d'un peu de zoïsite β accolée à la zoïsite α.

Les aiguilles de zoïsite α sont allongées suivant n_p. Le plan des axes, pour toutes les couleurs, coïncide à peu près avec le plan de clivage facile, lequel est parallèle à l'allongement. La section droite des aiguilles a une forme hexagonale, avec des angles peu différents de 120°.

La dispersion est considérable : $r < v$. L'angle des axes optiques ne dépasse pas 50°. Pour toutes les couleurs, n_g est bissectrice aiguë. La biréfringence $(n_g - n_p)$ est d'environ 0,009. La biréfringence des sections perpendiculaires à l'allongement $(n_g - n_m)$ est voisine de 0,007. Les sections perpendiculaires à n_g montrent, entre les nicols croisés, dans des plaques de $0^{mm},03$, des teintes d'un bleu foncé, un peu variables, même dans la même section.

Lorsqu'apparait la zoïsite β, elle dirige son axe n_m parallèlement à l'axe n_p de la zoïsite α, c'est-à-dire parallèlement à l'allongement de l'aiguille, et son axe n_p parallèlement à l'axe n_m de la zoïsite α. Les axes n_g des deux zoïsites coïncident, et les deux minéraux s'accolent suivant le clivage facile perpendiculaire à cet axe commun. La biréfringence est à peu près la même dans les deux. La dispersion de la zoïsite β est très sensible, dans le sens $r > v$.

En choisissant des fragments où la prehnite ne contenait que de la zoïsite, sans aucun mélange d'épidote, j'ai pu isoler la zoïsite par l'iodure de méthylène. Voici les résultats de deux analyses, faites sur des lots différents par des chimistes également habiles. Je mets en regard de ces analyses la composition de la zoïsite théorique, dépourvue de fer ($H^2Ca^4Al^6Si^6O^{26}$) :

	1re analyse	2e analyse	Zoïsite théorique
SiO^2	41.44	40.92	39.52
Al^2O^3	31.67	31.80	33.92
Fe^2O^3	0.35	0.39	»
MnO	traces	traces	»
CaO	25.03	24.92	24.59
MgO	0.69	traces	»
K^2O	0.28	traces	»
Na^2O	0.41	traces	»
H^2O	1.38	1.69	1.97
TOTAL	101.25	99.72	100.00

Certaines sections, perpendiculaires à l'allongement et relativement larges, de zoïsite α, montrent (nicols croisés) des macles répétées analogues à celles des feldspaths tricliniques. Le plan de macle coïncide avec le plan de clivage facile. Il suit de là que le plan de clivage facile (plan g^1 de Des Cloizeaux) n'est pas un plan de symétrie, c'est-à-dire que la zoïsite — comme je l'indiquais, ici même, en 1898 — n'est pas orthorhombique. Quand la section est rigoureusement perpendiculaire à l'allongement, les extinctions de deux lamelles hémitropes contiguës se font symétriquement par rapport à la trace du plan de mâcle, et à 5 ou 6 degrés de cette trace.

L'association de l'épidote et de la zoïsite est fréquente. Un prisme d'épidote est enveloppé par un cristal homogène de zoïsite, noyé lui-même dans la prehnite environnante. La loi de ce groupement est précise et semble constante : elle est définie par la figure ci-dessous (*fig.* 1) qui est une coupe de l'association par un plan perpendiculaire à l'axe binaire de l'épidote [plan g^1 ou (010) de l'épidote].

On voit que le clivage facile et parfait de la zoïsite [g^1 ou (010) de Des Cloizeaux, *a* ou (100) de Weinschenk], se place parallèlement au clivage imparfait de l'épidote [h^1 ou (100) de Des Cloizeaux, *T* ou (100) de Weinschenk], et que l'axe d'allongement de la zoïsite (axe *c* de Des Cloizeaux, axe *b* de Weinschenk) s'oriente parallèlement à l'axe binaire de l'épidote. Les positions relatives des deux minéraux sont, de la sorte, rigoureusement définies.

Cela revient à dire que la section droite des baguettes de zoïsite [face *p* ou (001) de Des Cloizeaux, face *b* ou (010) de Weinschenk] coïncide avec le plan de symétrie [g^1 ou (010)] de l'épidote; et que le clivage difficile de la zoïsite [h^1 ou (100) de Des Cloizeaux, *c* ou (001) de Weinschenk] coïncide, dans l'épidote, avec un plan de la zone de l'axe

binaire, perpendiculaire au plan h^1 (100) de Des Cloizeaux.

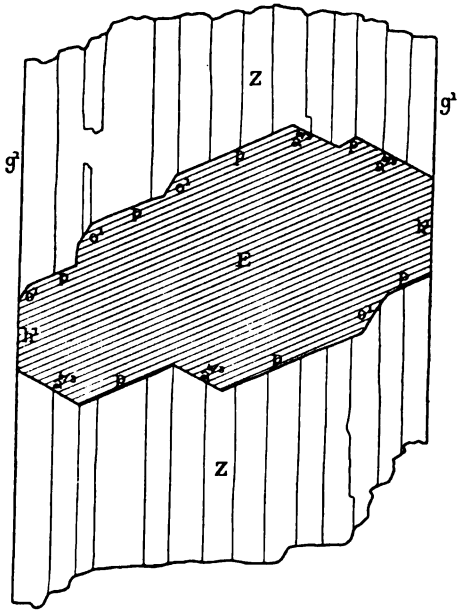


Fig. 1. — Association d'épidote E et de zoïsite Z coupée suivant le plan de symétrie de l'épidote. (Les notations sont celles de Des Cloizeaux; les lignes parallèles à la trace de g^1, dans la zoïsite, indiquent les séparations des lamelles hémitropes; ces lignes, bien visibles en lumière analysée, coïncident fréquemment avec des cassures.)

Or il existe, dans l'épidote, un *plan réticulaire* de la zone de l'axe binaire qui est très sensiblement normal à cette face h^1 (100) de Des Cloizeaux, c'est le plan $a^{\frac{8}{3}}$ ($\bar{3}08$), qui n'a d'ailleurs jamais été observé jusqu'ici parmi les faces cristallines de l'épidote (1).

(1) Si l'on prend, par exemple, les paramètres de l'épidote habituelle-

Voyons maintenant comment sont placés les ellipsoïdes de polarisation dans les deux minéraux ainsi associés.

Dans l'épidote, c'est le plan de symétrie, c'est-à-dire g^1 (010), qui contient les axes optiques. De plus, l'axe n_g est très sensiblement perpendiculaire au clivage imparfait [h^1 ou (100) de Des Cloizeaux]. Il suit de là que l'axe n_p est très sensiblement normal au plan réticulaire dont j'ai parlé plus haut et qui, dans le système de notations de Kokscharow et de Des Cloizeaux, aurait pour symbole $a^{\frac{8}{3}}$ ($\bar{3}08$). Cette disposition des axes, et le fait, bien connu, de la fréquence des macles suivant le plan h^1 (100), suffiraient, à mon avis, indépendamment de toute autre considération, à montrer que le réseau de l'épidote est, au moins approximativement, orthorhombique. La particule complexe (1) de ce minéral est réellement binaire, et les diverses propriétés de l'épidote sont, sinon très exactement, au moins très sensiblement, celles d'une substance présentant cette hémiédrie particulière du système orthorhombique qui réduit la symétrie à L^2, C, P. Dans les macles suivant h^1 (100), l'axe de rotation se confond à peu près avec n_g, et les deux individus maclés ont à peu près même ellipsoïde : par conséquent, le groupement n'est pas décelé par l'examen optique. Il est

ment employés (qui sont ceux de Kokscharow et qui diffèrent très peu de ceux de Des Cloizeaux) :

$$a : b : c = 1,5807 : 1 : 1,8057 \quad \text{avec} \quad \beta = 64°36',$$

le rapport $\frac{s}{q}$ des caractéristiques d'un plan ($\bar{q}os$) perpendiculaire à la face h^1 (100) est égal à 2,663; tandis que $\frac{8}{3} = 2,666$ ... On aurait exactement $\frac{s}{q} = \frac{8}{3}$ si l'angle β était égal à 64°35'. Or l'incertitude sur la vraie valeur de β est d'au moins dix minutes.

(1) Je donne à cette expression le sens que lui attribue M. Wallerant.

donc probable que ces macles sont beaucoup plus fréquentes et beaucoup plus répétées qu'on ne le croit généralement.

Dans la zoïsite de l'association que j'ai décrite, zoïsite qui appartient à la variété α, le plan des axes se confond sensiblement avec le plan de clivage facile, et les axes n_g et n_p sont, le premier presque perpendiculaire au clivage difficile [h^1 (100) de la notation Des Cloizeaux], le deuxième presque perpendiculaire à la base du prisme [p (001) de la notation Des Cloizeaux]. De la sorte, et à quelques degrés près, n_g (zoïsite) est parallèle à n_p (épidote), n_m (zoïsite) est parallèle à n_g (épidote), et n_p (zoïsite) est parallèle à n_m (épidote).

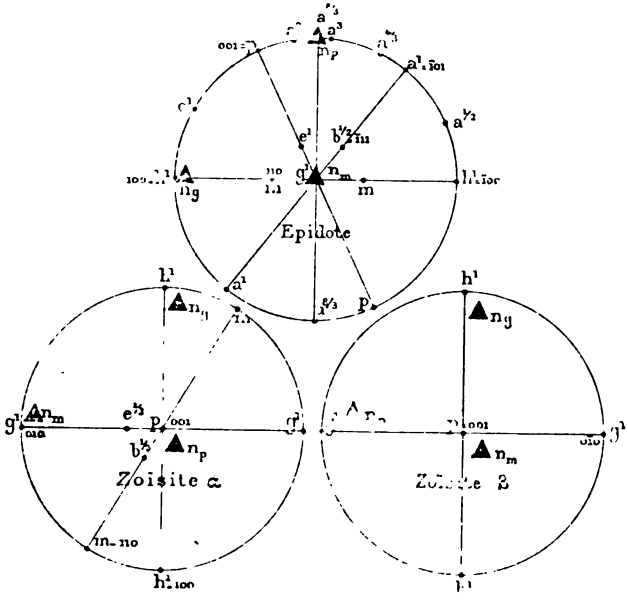


Fig. 2. — Epures stéréographiques montrant l'orientation respective des ellipsoïdes de polarisation dans l'épidote, la zoïsite α et la zoïsite β (le plan de perspective est le plan perpendiculaire à l'allongement des cristaux).

Ce n'est d'ailleurs qu'à quelques degrés près. Le cristal de zoïsite associé à l'épidote présente, en effet, des macles répétées suivant le plan de clivage facile g^1 (010), et l'on voit, grâce à ces macles, que l'axe n_m de la zoïsite fait, avec la normale à ce clivage facile, un angle qui peut aller à 5°. Ce n'est donc qu'approximativement que la zoïsite est terbinaire. Elle n'arrive à une forme extérieure orthorhombique qu'en vertu de mecles intimes, probablement très multipliées. Et des deux substances, épidote et zoïsite, c'est probablement la première qui est la moins dissymétrique.

La figure ci-dessus (*fig.* 2) résume la description qui précède. Les deux premières épures sont relatives à des cristaux d'épidote et de zoïsite α orientés, l'un par rapport à l'autre comme dans l'association observée. La troisième épure est relative à un cristal de zoïsite β orienté, par rapport au cristal de zoïsite α, suivant la loi habituelle.

RAPPORTS CRISTALLOGRAPHIQUES DE L'ÉPIDOTE ET DES DEUX ZOÏSITES.

Ainsi, l'étude de l'épidote et de la zoïsite incluse dans la prehnite du Mont-Pelvas montre que l'épidote et la zoïsite α sont susceptibles de *s'associer* suivant une loi géométrique.

Dans cette association, les deux ellipsoïdes de polarisation placent, à quelques degrés près, en coïncidence, les trièdres trirectangles de leurs axes principaux,

n_g (zoïsite α)	étant à peu près	parallèle à	n_p	(épidote)
n_m	—	—	n_g	—
n_p	—	—	n_m	—

De plus, à la zoïsite α s'associe, çà et là, un peu de zoïsite β, suivant la loi (déjà pressentie par M. Weinschenk) que

j'ai définie rigoureusement, ici même, il y a deux ans :

n_g (zoïsite α)	parallèle à	n_g (zoïsite β)	
n_m	—	n_p	—
n_p	—	n_m	—

Si l'on tient compte maintenant de toutes nos connaissances sur l'épidote et sur la zoïsite (1), on voit que le silicate mixte

$$H^2Ca^4 (Al^2Fe^2)^3 Si^6O^{26}$$

est *trimorphe*, les trois formes ayant, comme il arrive généralement, à peu près le même réseau, et par suite, à égalité de composition chimique, la même densité.

La première forme est la *forme épidote*. Elle est rare dans les variétés peu ferreuses, et devient, au contraire, la plus stable dès que la teneur en Fe^2O^3 dépasse cinq centièmes. Dans cette forme épidote, la particule complexe (2) semble être exactement binaire et le réseau est presque exactement orthorhombique. La biréfringence est généralement élevée ; elle varie, d'ailleurs, suivant la teneur en fer. Le signe est négatif. L'angle des axes varie très peu d'une couleur à l'autre, mais la dispersion des bissectrices est fort sensible, ce qui prouve que la rhombicité du réseau n'est pas rigoureuse.

La deuxième forme est la *forme zoïsite* α. De même que la troisième forme, elle est stable dans les variétés peu ferreuses et se fait très rare dès que la teneur en Fe^2O^3 dépasse quatre centièmes. La particule complexe est certainement triclinique, mais elle est pseudo-rhombique, et

(1) E. Weinschenk, *loco citato*.
(2) Suivant l'heureuse expression de M. Wallerant.

même pseudo-quadratique (1). Le réseau n'est pas rigoureusement le même que dans la première forme, mais la différence est assez petite pour que les deux réseaux puissent coexister dans le même édifice cristallin. L'ellipsoïde de polarisation est très différent. La biréfringence est faible (elle serait peut-être, il est vrai, beaucoup plus grande dans des variétés très ferreuses, si l'on connaissait de telles variétés de zoïsite); le signe est positif; la dispersion des axes optiques est considérable, dans le sens $r < v$. Par suite de la quasi-rhombicité de la particule complexe, tous les cristaux présentent des macles répétées, par rotation autour des axes binaires limites : et de la sorte, les faces cristallines qui enveloppent extérieurement le minéral accusent une symétrie orthorhombique.

La troisième forme est la *forme zoïsite* β. Stable dans les mêmes conditions de composition chimique que la deuxième forme, elle est moins fréquente. Le réseau semble être rigoureusement identique à celui de la zoïsite α. La particule complexe, certainement triclinique, est encore pseudo-rhombique, et même pseudo-quadratique. L'ellipsoïde de polarisation est très différent des deux premiers. La biréfringence est faible; le signe est positif; la dispersion des axes optiques est considérable, dans le sens $r > v$. Les cristaux montrent des macles répétées, par rotation autour des axes binaires limites de la particule complexe. La forme extérieure des cristaux est probablement orthorhombique, en raison de ces macles multipliées; mais l'on n'a trouvé jusqu'ici aucun cristal mesurable.

Ainsi, deux réseaux identiques (ceux des deux zoïsites), et un troisième réseau (celui de l'épidote) très peu différent des deux premiers; trois ellipsoïdes de polarisation nettement

(1) P. Termier, *Bull. Soc. Fr. Min.*, XXI, 1898, p. 169.

dissemblables, mais orientant cependant, à quelques degrés près, suivant les trois mêmes directions, leurs axes principaux d'élasticité. Les particules complexes des trois substances diffèrent aussi, cela va sans dire : mais, de leurs différences, nous ne savons qu'une chose, c'est que, binaires dans la forme épidote, ces particules deviennent tricliniques (et peut-être même asymétriques) dans les deux zoïsites ; et en même temps qu'elles cessent d'être exactement binaires, elles accusent une quasi-rhombicité marquée, et montrent même un axe quaternaire limite, lequel coïncide avec l'axe binaire des particules d'épidote.

Ce trimorphisme du silicate $H^2Ca^4 (Al^2, Fe^2)^3 Si^6O^{26}$ ne présente aucune étrangeté. C'est un exemple de plus, et qui mérite assurément de devenir classique, de ce *polymorphisme de structure* (1) qui ne modifie pas le système réticulaire, ou ne le modifie que très légèrement, et qui laisse, par conséquent, la densité presque constante.

Dans chacune des trois formes, épidote, zoïsite α, zoïsite β, la variation de la teneur en Fe^2O^3 entraîne, avec une modification de la densité, une modification de la forme de l'ellipsoïde de polarisation. Le fait est, du moins, bien constaté et bien connu pour l'épidote; et je ne doute pas qu'on n'observe la même variation des propriétés optiques dans les zoïsites, le jour où l'on trouvera des zoïsites un peu plus ferreuses que celles que l'on connait actuellement.

La théorie proposée par MM. Tschermak et Sipöcz (2) isodimorphisme des silicates Z et E (3) doit donc être complétée et modifiée de la façon suivante. Nous ne connaissons, à l'heure actuelle, ni le silicate Z pur, ni le silicate E pur ; nous ne connaissons que des silicates mixtes $Z^p E^q$. Ces sili-

(1) F. Wallerant, *Bull. Soc. Fr. Min.*, XXI, 1898, p. 237.
(2) G. Tschermak et L. Sipöcz, *Sitzber. d. Wien. Akad.*, 1880, 82.
(3) Z. = $H^2Ca^4Al^6Si^6O^{26}$; E = $H^2Ca^4Fe^6Si^6O^{26}$.

cates mixtes sont *isotrimorphes*, la stabilité des trois formes étant d'ailleurs inégale et variable suivant la valeur du rapport $\frac{p}{q}$. Les trois formes ont à peu près le même réseau et peuvent cohabiter dans un même cristal.

Les formes zoïsites, qui sont en réalité tricliniques et plus dissymétriques que la forme épidote, corrigent, par des mâcles multipliées, leur dissymétrie et se présentent à nous sous une apparence orthorhombique. La forme épidote se présente à nous sous une apparence clinorhombique : en réalité elle est, très sensiblement, orthorhombique.

Je crois que, si nous savions reproduire *dans diverses conditions* les deux silicates Z et E, nous constaterions leur isotrimorphisme, c'est-à-dire, que nous verrions, dans certaines circonstances, le silicate Z pur cristalliser sous la forme épidote et le silicate E pur cristalliser sous l'une des formes zoïsites. Je propose, à cause de cela, de désigner par d'autres lettres ces deux silicates théoriques, les lettres Z et E ayant le tort de préjuger (ou d'avoir l'air de préjuger) de la forme cristalline ; et j'appellerai désormais

A le silicate alumineux... $H^2Ca^4Al^6Si^6O^{26}$

et

F le silicate ferreux..... $H^2Ca^4Fe^6Si^6O^{26}$

Puisque les réseaux des zoïsites et de l'épidotes ont presque les mêmes, au point de pouvoir coexister dans un même cristal, les paramètres de ces réseaux doivent avoir des valeurs peu différentes. MM. Tschermak et Sipöcz, et, après eux, M. Groth (1) ont fait remarquer qu'aux faces *m* [(110) et ($1\bar{1}0$), paramètres Des Cloizeaux] de la zoïsite semblent

(1) P. Groth, *Tabell. Uebersicht der Mineralien*, 3e édit. 1889, p. 109.

correspondre les faces p (001) et a^1 ($\bar{1}01$) de l'épidote (paramètres Des Cloizeaux ou Kokscharow) ; et aussi que les quatre faces $b^{\frac{1}{2}}$ [(111), ($1\bar{1}1$), ($\bar{1}\bar{1}1$) et ($\bar{1}11$)] et les deux faces $e^{\frac{1}{2}}$ [(021) et ($0\bar{2}1$)] de la zoïsite semblent correspondre aux faces e^1 $b^{\frac{1}{2}}$ et m [(011), ($0\bar{1}1$), ($\bar{1}11$), ($\bar{1}\bar{1}1$), (110), ($\bar{1}10$)] de l'épidote.

Il suffit, en réalité, de faire correspondre la face p (001) de l'épidote à l'une des faces m (110) de la zoïsite, et de comparer les faces (011) et (110) de l'épidote aux faces (111) et (021) de la zoïsite, la symétrie réelle du réseau zoïsite étant seulement triclinique, et l'apparence orthorhombique étant due, sans nul doute, à des macles multipliées.

En faisant tourner le réseau de la zoïsite autour de l'axe d'allongement (axe c de Des Cloizeaux) d'un angle de 8°57′, M. Brögger (1) a obtenu la coïncidence presque exacte de plusieurs prismes de la zoïsite avec divers orthodômes de l'épidote. Cette rotation de 8°57′ amène le h^1 (100) de la zoïsite sur la face a^2 ($\bar{1}02$) de l'épidote. Mais m (110) de la zoïsite ne vient pas alors se placer sur p (001) de l'épidote (2). De plus, cet angle de 8°57′ est certainement supérieur à l'angle que fait, dans la plupart des épidotes, la bissectrice n_p, avec l'arête h^1g^1 : en d'autres termes, le nouvel axe c proposé par M. Brögger pour l'épidote est trop loin d'être perpendiculaire aux axes a et b. Les paramètres nouveaux que M. Brögger attribue à l'épidote ne me semblent donc pas acceptables, encore bien qu'ils se rapprochent beaucoup de ceux de la zoïsite.

L'association que j'ai décrite plus haut nous apprend,

(1) W. C. Brögger, *loc. cit.*

(2) L'angle de ces deux plans, après la rotation indiquée par M. Brögger, est d'environ 3°.

qu'au lieu de chercher à paralléliser exactement telle ou telle face de l'épidote avec telle autre de la zoïsite, il faut paralléliser exactement les axes *a*, *b* et *c* des deux réseaux. En d'autres termes, gardant les axes *a* et *b* de l'épidote, il convient de prendre un nouvel axe *c* perpendiculaire aux deux premiers, perpendiculaire par conséquent à la face $a^{\frac{8}{3}}$ ($\bar{3}08$) : et pour la zoïsite, il faut, simultanément, changer *a* en *c*, *c* en *b* et *b* en *a*.

On pourrait aisément, avec les axes ainsi définis, calculer des paramètres, en identifiant les notations des faces qui paraissent les plus comparables. Mais ces nouveaux paramètres seraient encore entachés d'arbitraire. Il vaut mieux attendre de nouvelles observations. Les macles de l'épidote et celles de la zoïsite sont encore peu connues. C'est de l'étude de ces macles qu'il faut attendre la détermination des paramètres vraiment *naturels*. Les paramètres dont on se sert le plus communément aujourd'hui, ceux de Kokscharow-Des Cloizeaux pour l'épidote, ceux de Des Cloizeaux pour la zoïsite, suffisent pour nos descriptions ; et je crois qu'il est préférable de les garder, à titre provisoire, jusqu'au jour où nous pourrons les remplacer par des nombres définitifs.

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE MINÉRALOGIE

ANNÉE 1900. — BULLETIN N° 5.

Compte rendu de la séance du 10 mai 1900.

PRÉSIDENCE DE M. WALLERANT.

M. LE PRÉSIDENT proclame membre de la Société, M. Lacour, ingénieur des Mines, présenté par MM. Cornu et Michel.

Recherches sur quelques oxalates.

PAR M. G. WYROUBOFF.

Parmi les nombreux composés que l'acide oxalique fait avec les sesquioxydes et les monoxydes, la série qui a pour formule générale $\overset{III}{R^2}O^3 6C^2O^3$, $3\overset{I}{R^2}O$, nH^2O est de beaucoup la mieux connue et la plus remarquable. Cette série, qui, dans ces vingt dernières années a été l'objet d'un certain

nombre de travaux importants (1), m'a intéressé à plusieurs points de vue.

D'après les idées actuelles, ces composés seraient des sels d'un acide complexe $R^2 6C^2O^4H^6$ appartenant au type très rare des acides hexavalents. Mes recherches sur l'acide silicotunsgtique (2) m'avaient montré que les acides complexes à valence élevée étaient très propres à faire ressortir les caractères individuels des radicaux métalliques. C'est ainsi que les alcalis qui, avec les acides monovalents, comme ClH, NO^3H donnent des composés ou semblables ou très voisins, se distinguent déjà lorsqu'ils se combinent avec les acides bivalents, comme SO^4H^2 ou $C^2O^4H^2$; ils diffèrent complètement quand on les sature par un acide tétravalent, comme l'acide silicotungstique. Dans cet ordre d'idées, le nouvel acide m'offrait donc une bonne occasion de vérifier l'opinion que j'avais émise et que je continue de croire juste, sur la bivalence du lithium.

Au point de vue de la forme cristalline la série dont je parle était également curieuse à étudier; c'est la seule, à ma connaissance, présentant une aussi longue suite de combinaisons admirablement cristallisées, dans lesquelles on peut faire varier à volonté aussi bien le radical acide que le radical basique. Non pas que j'eusse la moindre velléité de chercher des relations directes entre la composition et la forme, ou ce que les auteurs allemands appellent les rapports morphotropiques. J'ai employé bien des années de ma vie à creuser ce problème avant d'en reconnaître l'inanité et avant de me convaincre que nous n'avions actuellement aucun moyen de le résoudre. La forme extérieure dépend du réseau,

(1) Eder et Valenta, *Sitz d. Wien. Ak* (2), F. 82, p. 616; 1881; — E.-A. Werner, *J. Chemical Soc.*, 51, 383; 1887; — A. Rosenheim, *Z. f. anorgan Chemie*, t. 11, p. 175; 1895.

(2) *Bull. Soc. Min.*, t. XIV, p. 219; 1896.

et celui-ci de la particule cristalline complexe qui en occupe les nœuds. Les molécules chimiques, qui sont les parties constituantes de cette dernière, ne sont donc qu'une cause indirecte sur laquelle, provisoirement du moins, nous n'avons aucune prise, et ce n'est pas en multipliant les mesures goniométriques et les analyses que nous relierons deux termes qui ne sont pas fonction l'un de l'autre, pas plus que nous n'arriverons à prédire le beau temps en faisant la statistique des jours de pluie. Mais on pouvait espérer qu'en remplaçant facilement l'acide ou la base sans changer la constitution de la molécule chimique, on arriverait à élucider quelques-uns des points, si obscurs encore de la théorie, de l'isomorphisme. Les travaux de MM. Eder et Valenta et de M. Rosenheim renferment, sous ce rapport, des faits qui m'ont beaucoup frappé, et qui, par leur étrangeté, me semblaient mériter une étude plus approfondie. Ces savants ont décrit les composés $Fe^2O^3 6C^2O^3 3Na^2O, 11H^2O$ et $Al^2O^3 6C^2O^3 3(NH^4)^2O, 5H^2O$; or ces composés ont été depuis longtemps mesurés par Murmann et Rammelsberg, et reconnus comme géométriquement et optiquement isomorphes avec les composés $Cr^2O^3 6C^2O^3 3Na^2O, 9H^2O$ et $Fe^2O^3 6C^2O^3 3(NH^4)^2O, 6H^2O$. Les deux sels de soude d'une part et les deux sels d'ammoniaque de l'autre pouvant cristalliser ensemble en toutes proportions, il fallait nécessairement admettre que des corps à hydratation différente pouvaient être isomorphes dans le sens le plus strict du mot. Quoique cette conclusion me paraisse théoriquement fort acceptable, elle choque tellement les idées courantes que j'ai cru utile de revoir les choses de plus près.

Cette série d'oxalates complexes était intéressante à un autre point de vue encore. Elle présente un grand nombre de composés pléochroïques qui me paraissaient très propres à résoudre un problème bien obscur encore de physique

moléculaire. Le pléochroïsme dépend-il de la structure cristalline? Dans ce cas, il peut faire défaut dans l'une des formes d'un corps dimorphe ou dans l'un des hydrates d'un même composé; ou bien tient-il à la molécule chimique elle-même et persiste-t-il partout où se rencontre cette molécule? C'est l'opinion soutenue par Hartley (1), qui a examiné un grand nombre de chromoxalates et qui a formulé cette règle très précise : que l'intensité du pléochroïsme est inversement proportionnelle au poids atomique du métal combiné à $Cr^2 6C^2O^4$.

On voit ainsi qu'à des titres très divers la série des oxalates complexes méritait une étude détaillée. Je dois dire tout de suite qu'à ces divers points de vue et après examen d'une trentaine de composés tant simples que doubles, ma curiosité a été médiocrement satisfaite, et j'aurais regretté le temps dépensé, si je n'avais trouvé, chemin faisant, quelques faits qui me paraissent présenter un grand intérêt. Cet insuccès tient à plusieurs causes.

Et d'abord il n'est nullement démontré que ces composés soient des sels neutres d'un acide renfermant un sesquioxyde et de l'acide oxalique; tout nous porte à croire que ce sont des combinaisons d'une nature beaucoup plus complexe. En chimie minérale, nous nous sommes trop habitués aux considérations simplistes; nous n'admettons que des acides, des bases et des sels, oubliant que la chimie organique nous a enseigné l'existence d'un grand nombre d'autres fonctions. S'il existe des alcools, des éthers, des aldéhydes, des phénols, parmi les composés du carbone, pourquoi n'en existerait-il pas parmi les composés des autres éléments? Le carbone n'est pas un corps unique dans son genre, et l'on sait qu'il se remplace plus ou moins facilement par le sili-

(1) *Proc. Roy. Soc.*, 21, 490; 1873.

cium, le bore, le titane. N'existe-t-il pas, d'ailleurs, un grand nombre de composés organo-métalliques dans lesquels interviennent les métaux les plus divers, et les corps dont il s'agit ici par le radical oxalique qu'ils contiennent ne touchent-ils pas en même temps de très près aux combinaisons les plus incontestablement organiques?

L'acide $\overset{III}{R^2}6C^2O^4H^6$, qu'on suppose exister dans ces sels, n'a jamais pu être isolé. Cela peut tenir sans doute à son extrême instabilité ; mais il ne paraît exister à aucun moment en solution, car sitôt qu'on ajoute à 1 molécule de R^2O^3 plus de 3 molécules de $C^2O^4H^2$ l'excès devient précipitable par les sels de calcium. Ce qui existe d'une façon certaine et forme le noyau du corps complexe, c'est le composé $\overset{III}{R^2}3C^2O^4$.

M. Rosenheim a très bien compris la portée de cette objection, aussi admet-il que ce composé est un sel neutre qui a pour formule $\overset{III}{R}3C^2O^4\overset{III}{R}$. Cette interprétation rencontre une difficulté considérable. Des sels de la forme de $\overset{III}{R}3C^2O^5\overset{III}{R}$ traités par un alcali, l'ammoniaque par exemple, devraient précipiter la moitié du sesquioxyde qu'ils renferment. M. Rosenheim dit bien que, dans le composé aluminique, on arrive, à l'ébullition, à éliminer *à peu près* la moitié de l'alumine sans arriver à des chiffres constants ; mais il ajoute que cette élimination ne se fait à aucun degré dans le composé chromique ; il ne donne aucun renseignement sur le composé ferrique. En réalité, les choses se passent tout autrement, et, en aucun cas, l'ammoniaque ne précipite de l'hydroxyde.

J'ai dissous $1^{gr},520$ d'oxalate d'alumine que j'avais séché au bain-marie et qui contenait 21,56 0/0 de Al^2O^3 et 45,50 0/0 de C^2O^3 (1) par conséquent très approximativement le rap-

(1) L'alumine a été obtenue par calcination au blanc, l'acide oxalique par traitement au permanganate.

port 1 : 3. Cette dissolution a été additionnée *à froid*, et goutte à goutte, d'ammoniaque concentrée jusqu'à réaction nettement alcaline. Le précipité a été recueilli sur un filtre et lavé, la liqueur filtrée évaporée à sec, et le résidu calciné a donné 0,020 de Al^2O^3. Le précipité, qui contenait, par conséquent, 0,307 Al^2O^3, dissous dans SO^4H^2 faible et traité au permanganate, m'a donné 0,118C^2O^3. Il suit de là que, même à froid, l'ammoniaque précipite la presque totalité de l'alumine, non à l'état d'hydroxyde, mais à l'état d'oxalate d'une de ces molécules polymérisées dont nous avons constaté l'existence, M. Verneuil et moi(1).

Pour le composé ferrique, le résultat est encore plus net : 10^{gr},02 d'une solution renfermant 0,282 de Fe^2O^3 et 0,382 de C^2O^3 ont été traités à froid par l'ammoniaque ; la précipitation du fer est instantanée et elle est intégrale, la liqueur filtrée n'en contient pas de traces. Cette liqueur a été précipitée par l'acétate de chaux et a donné 0,270 de CaO ou 0,347 de C^2O^3. Le précipité jaune brun, notablement plus dense que l'hydroxyde de fer précipité par l'ammoniaque, dissous dans SO^3H^2 faible et traité au permanganate, a donné 0,035C^2O^3. Le précipité était donc encore un oxalate et, chose curieuse, d'une composition très voisine de celle trouvée par MM. Eder et Valenta pour un corps obtenu en faisant bouillir longtemps avec de l'eau le précipité produit dans Fe^2Cl^6 par une quantité insuffisante d'oxalate ammonique. Ce sont les mêmes phénomènes qu'on observe lorsqu'on opère à chaud. 10^{gr},305 de la même solution d'oxalate ferrique additionnée de 100 centimètres cubes d'eau ont été portés à l'ébullition, traités par l'ammoniaque en grand excès et maintenus à chaud pendant quelques minutes. Le précipité qui contenait la totalité du fer, c'est-à-dire 0,290

(1) *Bull. Soc. Ch.* (3), 21, p. 118 ; 1897.

de Fe^2O^3, renfermait 0,015 de C^2O^3. C'était donc encore un de ces composés insolubles du type $(Fe^2O^3)^n SO^4H^2$, sur lequel nous avons appelé l'attention.

Le composé chromique ne précipite par l'ammoniaque ni à froid ni à l'ébullition ; mais à froid la solution verdit et devient opalescente, comme tous les corps de ce genre devenus colloïdes par condensation ; à l'ébullition, elle prend une teinte rosée qui indique la présence de combinaisons chromammoniées.

Il n'y a donc aucun doute : l'ammoniaque n'élimine pas la moitié du sesquioxyde dans les composés $R^2O^3\ 3C^2O^3$; elle décompose la molécule et lui permet de se polymériser plus ou moins.

Tels sont les faits très nets qui, s'ils ne contredisent pas formellement l'opinion émise par M. Rosenheim, ne la confirment à aucun degré, et l'on est en droit de dire que, si l'acide $\overset{III}{R}6C^2O^4H^6$ existe, il est d'une espèce très particulière. Il est juste pourtant de noter un fait que M. Rosenheim ne cite pas et qui semble venir à l'appui de sa thèse. Lorsqu'on ajoute à froid, à la solution de $Fe^2O^3 3C^2O^3$, qui est de couleur brun sale, 3 molécules d'acide oxalique, elle prend une teinte franchement verte, qui est celle de tous les composés $Fe^2 6C^2O^4\overset{I}{R}^6$.

Peut-être ces combinaisons singulières sont-elles d'une tout autre nature. J'ai été très frappé de quelques faits que j'ai trouvés dans un mémoire récent de M. Baudran (1). Cet auteur a montré qu'en saturant à froid de l'acide tartrique par l'oxyde d'antimoine on obtenait un acide-éther $C^4H^4(SbO)^2O^6$, qui, par simple addition d'une molécule de tartrate neutre potassique donnait, l'émétique. N'est-ce pas

(1) *Ann. Ch. et Ph.* (7), XIX, p. 536 ; 1900.

là le même mécanisme que celui par lequel se forment les corps dont je m'occupe, et dès lors ne peut-on pas considérer les composés $\overset{III}{R^2}O^3 3C^2O^3$ comme des éthers neutres donnant des émétiques oxaliques par adjonction de $3C^2O^6\overset{I}{R^2}$? On objectera, il est vrai, que les deux ordres de faits ne sont pas comparables, puisque l'acide oxalique ne possède pas de fonctions alcooliques. Oui, sans doute ; mais qu'est-ce qui nous prouve que ces fonctions n'existent pas dans les oxhydriles de l'hydroxyde ?

Sans insister sur ces considérations dont le développement trop exclusivement chimique ne saurait convenir au caractère de ce *Bulletin* et qu'on trouvera ailleurs (1), je dois dire qu'alors même que les corps $\overset{III}{R^2}6C^2O^4\overset{I}{R^6}$ seraient reconnus comme sels d'un éther-acide particulier, cet acide qui ne donne de combinaisons bien cristallisées qu'avec les métaux alcalins, est trop instable et a des affinités trop faibles pour pouvoir servir de réactif de la valence et apporter un élément nouveau dans la question de la formule de la lithine. On verra cependant que la lithine se comporte ici encore autrement que les métaux alcalins.

Au point de vue de l'isomorphisme, qui me paraissait devoir bénéficier de l'étude de cette longue série de composés divers, le début de mes recherches m'a apporté aussi une désillusion. Les faits signalés par MM. Eder et Valenta et par M. Rosenheim, et qui m'avaient semblé bien étranges, se sont trouvés être inexacts. Les analyses de ces savants, quant à l'eau, sont erronées, parce qu'ils l'ont comptée par différence et que toutes les erreurs analytiques s'accumulaient dans cette différence, qui augmentait ou diminuait suivant les méthodes employées. En réalité tous les com-

(1) *Bull. Soc. Ch.* (3), XXIV, 1900.

posés du potassium, du rubidium et d'ammonium ont pour formule $\overset{III}{R^2}6C^2O^4\overset{I}{R^6}$, $6H^2O$, et tous les composés du sodium $\overset{III}{R^2}6C^2O^3Na^6$, $9H^2O$; il n'est donc nullement étonnant que chacun des deux groupes présente des corps parfaitement isomorphes. Pourtant, en poursuivant mon étude, j'ai trouvé, comme on le verra plus loin, d'autres corps de même forme et de composition différente, qui viennent à l'appui de l'idée que j'ai émise depuis longtemps sur l'inexactitude de notre conception actuelle de l'isomorphisme. Il y a plus, et c'est là le résultat le plus intéressant du travail que je publie aujourd'hui ; la notion que nous avons de l'eau de cristallisation apparaît comme insuffisante, car j'ai rencontré des substances qui peuvent perdre quelques molécules d'eau sans subir la moindre modification. Si les corps peuvent changer de composition chimique, tout en conservant leurs propriétés physiques, que devient la loi de l'isomorphisme?

La question ne peut pas encore être résolue, mais elle mérite d'être posée d'une façon précise.

Enfin l'étude du pléochroïsme présente ici de grandes difficultés. Les composés ferriques ne manifestent le phénomène qu'à un faible degré, et les composés chromiques sont tellement colorés qu'on ne peut l'étudier que sur des cristaux microscopiques ou des écailles extrêmement minces. Pourtant j'ai pu constater sans peine que la règle de M. Hartley ne correspondait nullement aux faits d'observation.

Je dois dire maintenant quelques mots de la façon dont j'ai préparé tous ces corps et des méthodes que j'ai employées pour les analyser.

La préparation est des plus simples. On commence par se procurer une solution d'oxalate de sesquioxyde dont on détermine le titre, d'une part, en en évaporant et calcinant

une certaine quantité, d'autre part, en dosant l'acide oxalique au permanganate. Pour l'alumine, je me suis servi de l'oxalate qu'on trouve très pur dans le commerce; pour le chrome, j'ai pris de l'acide chromique dont je connaissais le titre et auquel j'ai ajouté à chaud par petites portions 6 molécules de $C^2O^4H^2,2H^2O$; pour le fer, j'ai été obligé de recourir à l'opération longue et fastidieuse de la précipitation du perchlorure par l'ammoniaque, du lavage de l'oxyde et de sa dissolution dans l'acide oxalique. Contrairement à la recommandation de M. Rosenheim, toutes ces opérations doivent être faites à froid, car l'oxyde de fer a une extrême tendance à se polymériser par la chaleur et à devenir, par conséquent peu soluble dans les acides, surtout l'acide oxalique avec lequel l'oxyde condensé fait, comme je l'ai dit plus haut, un composé complètement insoluble. La condensation est si rapide qu'en faisant bouillir l'oxyde de fer tout fraîchement précipité en suspension dans l'eau, on peut le rendre tout à fait inattaquable à l'acide oxalique. La dissolution à froid se fait du reste intégralement au bout de une heure ou deux au plus.

Ces solutions une fois préparées en quantité suffisante, il n'y avait plus qu'à ajouter à 1 molécule de $\overset{III}{R^2}O^3 3C^2O^3$ 3 molécules d'un oxalate neutre alcalin pour avoir, par refroidissement ou par évaporation, les composés $\overset{III}{R^2}6C^2O^4\overset{I}{R^6}$, dont on trouvera plus loin la description.

Est-ce bien là leur formule? Ne doit-on pas y admettre de l'eau de constitution et ne doit-on pas l'écrire d'une façon plus simple : $\overset{III}{R}3C^2O^4R^3$? M. Rosenheim a longuement discuté ces questions et admis la formule simple sans eau de constitution. Les arguments qu'il donne ne sont pas probants. Il a constaté que l'eau était complètement chassée à 100°; mais, outre que cela n'est exact que pour quelques-

uns de ces composés, il peut se faire que, dans des corps aussi instables, l'eau de constitution elle-même soit chassée à cette température, comme il peut se faire inversement — et on en a d'innombrables exemples — que l'eau de cristallisation résiste à des températures supérieures à 200°. Quant à la formule que M. Werner avait proposé de doubler, parce qu'il avait trouvé les composés $Cr^2 6C^2O^4K^5NH^4$ et $Cr^2 6C^2O^4K^3(NH^4)^3$, M. Rosenheim fait observer non sans raison, qu'il s'agit probablement de mélanges isomorphes, les composés de potasse et d'ammoniaque ont, en effet, la même hydratation et la même forme cristalline. Mais rien ne prouve qu'il n'existe pas d'autres combinaisons doubles entre corps non isomorphes. J'en ai trouvé deux entre autres $Fe^2 6C^2O^4K^5Na$ et $Fe^2 6C^2O^4Rb^5Na$; elles sont toutes deux anhydres et résolvent, par conséquent, les deux questions à la fois : la formule est double et ne renferme pas d'eau de constitution. Il est même probable qu'elle est beaucoup plus complexe, car on trouvera plus loin des corps qui obligent de la quadrupler encore.

Le rapport entre le sesquioxyde, l'acide et le monoxyde étant hors de contestation et demeurant le même dans tous les composés, je n'avais à me préoccuper que de la détermination aussi exacte que possible de l'eau de cristallisation, et dans le cas des composés doubles de la séparation des alcalis. Le dosage de l'eau se fait, en général, avec une grande précision, car elle est complètement chassée à 110° ; dans quelques cas pourtant, la dernière molécule ne s'élimine que vers 150-160°, ce qui ne présente d'ailleurs aucune difficulté, le corps ne se décomposant aucunement à cette température. Il n'y a guère que les composés du thallium et quelques composés doubles renfermant de l'ammoniaque, dans lesquels on ne peut doser directement la totalité de l'eau de cristallisation. J'ai du reste déterminé, dans la plu-

part des cas, tous les autres éléments plutôt pour établir la pureté du produit que pour fixer l'hydratation, car aucun de ces dosages ne peut égaler en exactitude la simple pesée d'un corps avant et après sa déshydratation. Avec des substances d'un poids moléculaire aussi considérable, les moindres erreurs analytiques faussent les résultats, lorsqu'on veut estimer par différence la quantité d'eau toujours relativement petite. Le degré de précision auquel on arrive dans le dosage du sesquioxyde, de l'acide et des alcalis est loin d'être le même; il est même différent pour les trois sesquioxydes, et il importe beaucoup d'en avoir une idée nette, pour savoir quelle confiance on peut avoir dans le résultat.

Après bien des tâtonnements, voici le procédé que j'ai employé, sauf quelques modifications de détail qui seront indiquées dans chaque cas particulier. La prise d'essai, qui était toujours de $1^{gr},2$ à $1^{gr},3$ et qui avait servi au dosage de l'eau à l'étuve, était fortement calcinée au rouge vif et traitée par ClH. Dans le cas de l'alumine, tout se dissout, et il n'y a qu'à précipiter par l'ammoniaque ; dans le cas du fer et du chrome une partie reste insoluble. Une certaine fraction du fer dissous est au minimum ; on l'oxyde par quelques gouttes d'acide chlorique, pour ne pas introduire d'acide nitrique qui ferait du nitrate d'ammoniaque difficile à décomposer sans pertes; le chrome est en partie à l'état de chromate. Mais l'oxyde resté inattaqué contient de l'alcali, il faut donc, après une première calcination de Cr^2O^3 le retraiter par l'acide chlorhydrique et l'alcool. Je me suis assuré à plusieurs reprises qu'on ne laissait plus ainsi que des traces à peine dosables d'alcali. Pour l'alumine et le fer, les chiffres qu'on obtient sont très concordants, et deux dosages ne présentent guère plus de 0,1 0/0 d'écart. Pour le chrome, les résultats sont un peu moins satisfaisants.

La liqueur filtrée après précipitation du sesquioxyde était

évaporée à sec et chauffée jusqu'à l'élimination complète du chlorhydrate d'ammoniaque. Dans le cas du chrome, il faut avoir soin de chasser complètement l'alcool avant la précipitation par l'ammoniaque, sans quoi il se forme une certaine quantité de chlorhydrate d'éthylamine qu'on n'arrive pas à éliminer facilement. Les alcalis étaient pesés à l'état de chlorures, sauf la lithine, qui était transformée en sulfate. La potasse et le rubidium étaient toujours séparés de la soude au moyen de l'acide perchlorique, procédé que je considère comme de beaucoup supérieur à celui au chloroplatinate, à la condition de traiter deux fois par l'alcool, si la quantité de soude est un peu considérable. Les résultats, sans être aussi précis que ceux qu'on obtient pour les sesquioxydes, peuvent être considérés comme exacts à 0,3 0/0 près. L'ammoniaque a été déterminée par déplacement au moyen de la soude et distillation dans une liqueur titrée d'acide sulfurique ; ce dosage est, comme on sait, assez exact.

Le dosage de l'acide oxalique est moins satisfaisant. Outre les inconvénients inhérents à toute analyse en volume, il y a ici une circonstance particulière. Pour avoir des chiffres quelque peu précis, il faut se servir d'une solution de permanganate assez diluée (la mienne ne donnait pour 1 centimètre cube que 0,0035 de C^2O^3) et, par conséquent, une faible quantité de matière, $0^{gr},3$, au plus. L'erreur commise était donc multipliée par 3 et cette erreur peut provenir non seulement du dosage lui-même, mais de la pesée ; car le corps, si bien séché qu'il soit, peut facilement contenir 1 ou 2 milligrammes d'eau. Je ne crois donc pas que ce dosage soit exact à plus de 0,5 0/0 près.

On verra du reste que, sauf un ou deux cas, il n'y a aucune incertitude sur la formule.

ALUMINOXALATES.

A. — *Composés simples.*

1. $Al^2 6C^2O^4 (NH^4)^6, 6H^2O$.

Cette formule s'accorde avec celle qui a été donnée par Rammelsberg (1). M. Rosenheim n'a trouvé que $5^1/_2H^2O$ ce qui tient à ce qu'il a dosé l'eau par différence et peut-être aussi à ce qu'il n'a pas analysé les cristaux au sortir de leur eau mère. Dans l'air sec ils se fendillent, sans cesser d'ailleurs d'être transparents, et perdent une molécule d'eau. Des cristaux qui étaient restés 3 jours à l'air sec des journées d'hiver, ne m'ont plus donné en effet que 11.85 $^0/_0$ d'eau (th. 11.54 $^0/_0$).

		Trouvé	Rosenheim	
Al^2O^3.....	12.78	12.71	13.17	
$6C^2O^3$.....	54.14	54.11	54 51	
$3(NH^{12})O$...	19.55	19.60	19.66	
$6H^2O$	13.53	13.40	12.66	p. diff.
	100.00	99.82	100.00	

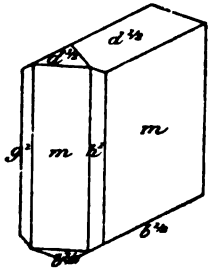


FIG. 1.

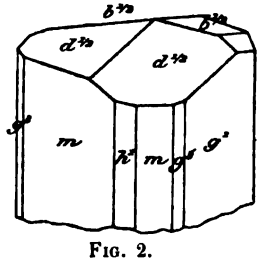


FIG. 2.

La forme clinorhombique a été inexactement décrite par

(1) *Handb. d. Krysl. Chemie*, II, 57.

Rammelsberg, qui a confondu les deux faces m (110) avec les faces h^1 (100) et g^1 (010) confusion, qui est facile, l'angle du prisme étant extrêmement voisin de 90° et les faces donnant rarement de bonnes mesures. Les faces $d^{1/2}$ (111) et $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$) sont ainsi devenues o^1 (101), a^1 (10$\bar{1}$), e^1 (011) et les paramètres un peu différents des autres composés de la série. Les propriétés optiques permettent de trouver facilement l'orientation des deux pinacoïdes verticaux. Faces : h^1 (100) g^1 (010) m (110) g^3 (210) $d^{1/2}$ (111) $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$).

Angles		Calculés	Observés	Rammelsberg
mm	($1\bar{1}0$ 110)	90° 13′	90° 16	90° 20
$d^{1/2}d^{1/2}$	($1\bar{1}1$ 111)	—	*140° 30	—
$d^{1/2}m$	(111 110)	120° 30	102° 24	120°
g^3g^3	($2\bar{1}0$ 210)	53° 18	—	—
g^3g^1	(210 010)	153° 21	153° 15	—
$b^{1/2}b^{1/2}$	($\bar{1}\bar{1}1$ $\bar{1}11$)	139° 26	139° 30	—
$b^{1/2}d^{1/2}$	($\bar{1}11$ 111)	—	*139° 50	140° 39
$b^{1/2}d^{1/2}$	($\bar{1}\bar{1}1$ 111)	—	*122°	122°
$b^{1/2}m$	($\bar{1}11$ $\bar{1}10$)	117° 40	117° 32	118° 20

Le plan des axes optiques est parallèle au plan de symétrie.

2 . $Al^2 6C^2O^4K^6, 6H^2O$.

M. Rosenheim n'a trouvé dans ce sel que $5H^2O$, ce qui exige 9.94 0/0. MM. Kehrmann et Pikersgill (1) de leur côté ont trouvé 11.86 0/0 d'eau et admettent $6H^2O$. Des cristaux très nets et très limpides m'ont donné :

(1) *Zeitschr. f. anorg. Ch.*, 4, 133; 1893.

		Trouvé	Rosenheim
Al^2O^3.....	11.04	11.03	11.17 p. diff.
$6C^2O^3$.....	46.76	47.10	47.40
$3K^2O$.....	30.52	30.36	31.01
$6H^2O$.....	11.68	11.43	10.42
	100.00	99.92	100.00

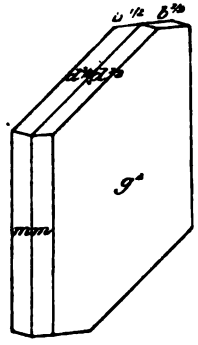


Fig. 3.

Isomorphe avec le précédent. Faces observées : g^1 (010), m (110), g^5 (320), a^1 ($\bar{1}01$), $d^{1/2}$ (111), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$).

$$0.9994 : 1 : 0.3951 ; \gamma = 92.51'.$$

	Angles	Calculés	Mesurés
mm	($1\bar{1}0$ 110)	90° 6′	—
mg^1	(110 010)	134° 57′	134° 55′
g^5g^5	($3\bar{2}0$ 320)	67° 28′	—
g^5m	(320 110)	168° 41′	168° 45′
$d^{1/2}d^{1/2}$	($1\bar{1}1$ 111)	—	*140° 20′
$b^{1/2}d^{1/2}$	($\bar{1}\bar{1}1$ 111)	—	*121° 40′
$b^{1/2}d^{1/2}$	($\bar{1}11$ 111)	—	*139° 40′
$b^{1/2}b^{1/2}$	($\bar{1}\bar{1}1$ $\bar{1}11$)	139° 4′	—
$b^{1/2}a^1$	($\bar{1}11$ $\bar{1}01$)	159° 32′	159° 40′

Plan des axes optiques parallèle à g^1 :

$$3.Al^2 6C^2O^4Rb^6,6H^2O.$$

Les cristaux perdent plus facilement encore que le composé ammonique 1 molécule d'eau, en se fendillant et devenant légèrement ternes à la surface; sortis de leur eau mère, ils présentent la composition centésimale suivante :

		Trouvé	
Al^2O^3.....	8.49	8.37	
$6C^2O^4$.....	35.92	36.42	p. diff.
$3Rb^2O$.....	46.59	46.44	
$6H^2O$.....	9.00	8.77	
	100.00	100.00	

Formes cristallines identiques à celles des deux composés précédents (*fig.* 1, 2, 3). Faces observées g^1 (010) m (110) $d^{1/2}$ (111) $b^{1/2}$ ($\bar{1}$11) x ($\bar{3}$22). Les faces sont peu planes, les mesures médiocres :

$$1.0188 : 1 : 0.4049 ; \gamma = 95°2'.$$

Angles		Calculés	Mesurés
mm	($1\bar{1}0$ 110)	89° 10′	89°
$d^{1/2}d^{1/2}$	($1\bar{1}1$ 111)	—	*140°
$d^{1/2}b^{1/2}$	(111 $\bar{1}$11)	—	*139° 40′
$b^{1/2}d^{1/2}$	($\bar{1}\bar{1}1$ 111)	—	*121° 4′
$b^{1/2}b^{1/2}$	($\bar{1}\bar{1}1$ $\bar{1}$11)	137° 48′	137° 48′
xg^1	($\bar{3}$22 010)	104° 26′	104° 20′
xx	($\bar{3}\bar{2}2$ $\bar{3}$22)	151° 8′	151°

Plan des axes optiques parallèles au plan de symétrie. Le plus petit axe de l'ellipsoïde optique se confond avec l'axe vertical. La bisectrice aiguë négative fait donc un angle de

5° environ avec la normale à h^1 (100) :

$$2V = 80°32', \beta = 1.494.$$

Biréfringence très forte. Dispersion nulle.

4. $Al^2 6C^2O^4Tl^6, 4H^2O$.

L'analyse exacte de ce composé est très difficile, et je ne donne sa formule qu'avec des réserves, d'autant plus que sa forme cristalline est identique à celle des composés à $6H^2O$, que je viens de décrire. Le corps ne peut pas être chauffé beaucoup au-dessus de 110°, car il commence à se décomposer; on n'est donc pas sûr de chasser toute l'eau qu'il contient. D'autre part on sait que le dosage du thallium à l'état d'iodure n'est pas très rigoureux; enfin, pour comble de complication, l'acide oxalique ne peut être déterminé directement au permanganate qui peroxyde en même temps le thallium.

Voici comment l'analyse a été conduite. La prise d'essai qui avait servi à doser l'eau a été chauffée avec de l'acide nitrique concentré jusqu'à destruction de l'acide oxalique. A cette solution additionnée d'eau on ajoute quelques gouttes d'acide sulfureux, car une petite quantité de thallium se trouve à l'état de peroxyde; on précipite alors par l'ammoniaque et on lave l'alumine jusqu'à ce que l'eau du lavage ne donne plus de précipité avec le sulfhydrate d'ammoniaque. Dans la liqueur filtrée on a ajouté de l'iodure de potassium et pesé l'iodure de thallium sur un filtre taré.

J'ai fait trois analyses : la première sur de très petits cristaux obtenus par refroidissement, les deux autres sur des cristaux beaucoup plus gros obtenus par évaporation à 45°. Pour permettre la comparaison, je mets en regard les deux formules à 4 et $6H^2O$.

			Trouvé		
			I	II	III
Al^2O^3..	5.33	5.43	5.36	5.52	5.50
$6C^2O^3$..	22.57	23.00			
$3Tl^2O$..	66.45	67.73	68.00	67.60	67.80
$6H^2O$..	5.65	$4H^2O$ 3.84	3.16	3.41	3.44
	100.00	100.00			

C'est donc incontestablement la formule à $4H^2O$ qui convient le mieux, surtout si l'on songe qu'il y a toujours une petite perte de thallium, l'iodure étant un peu soluble dans l'eau pure.

Le corps est peu soluble dans l'eau froide, beaucoup plus dans l'eau chaude. Pour avoir des cristaux d'une certaine dimension, il faut donc cristalliser à une température un peu élevée. L'aspect des cristaux est fort différent de celui des composés de potassium, de rubidium et d'ammonium ; mais les mesures montrent qu'ils possèdent exactement les mêmes formes et des angles très voisins. Malgré que les faces soient très réfléchissantes, elles donnent généralement des images peu nettes ; j'ai pu avoir cependant, en choisissant de petits cristaux, une concordance assez satisfaisante entre le calcul et l'observation.

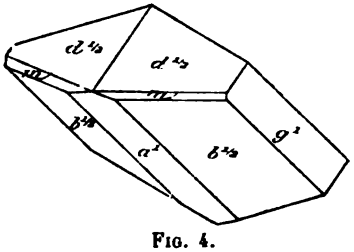


Fig. 4.

Faces : g^1 (010) m (110) a^1 ($\bar{1}01$) $d^{1/2}$ (111) $b^{1/2}$ ($\bar{\bar{1}}11$)
0.9730 : 1 : 0.4128 ; $\gamma = 93° 39'$.

Angles		Calculés	Mesurés
mm	$(1\bar{1}0\ 110)$	91° 40′	—
mg^1	$(110\ 010)$	134° 10′	134° 24′
$d^{1/2}d^{1/2}$	$(1\bar{1}1\ 111)$	—	*139° 14′
$d^{1/2}m$	$(111\ 110)$	122° 35′	122° 36′
$d^{1/2}b^{1/2}$	$(111\ \bar{1}11)$	—	*137° 10′
$b^{1/2}d^{1/2}$	$(\bar{1}\bar{1}1\ 111)$	—	*118° 46′
$b^{1/2}b^{1/2}$	$(\bar{1}\bar{1}1\ \bar{1}11)$	137° 34′	137° 32′
$b^{1/2}a^1$	$(\bar{1}\bar{1}1\ \bar{1}01)$	158° 47′	158° 50′
$b^{1/2}m$	$(\bar{1}11\ \bar{1}10)$	118° 39′	118° 44′

Le plan des axes optiques est parallèle au plan des symétries.

5 . $Al^2 6C^2O^4Na^6, 9H^2O$.

M. Rosenheim donne une formule avec $9\,1/2\,H^2O$. Mes dosages de l'eau sur des cristaux de différentes préparations, obtenus soit par refroidissement, soit par évaporation, m'ont toujours conduit très exactement à $9H^2O$. La dernière molécule ne s'élimine que difficilement même à 115°, très facilement à 150°, sans que le corps éprouve la moindre décomposition.

		Trouvé			
		I	II	III	Rosenheim
Al^2O^3..	11.57	11.35			11.47
$6C^2O^3$..	48.98	49.20			48.72
$3Na^2O$.	21.07	21.21			20.75
$9H^2O$..	18.38	18.19	18.25	18.20	19.06 p. dif.
	100.00	99.95			100.00

Les cristaux sont parfaitement isomorphes avec le ferrioxalate et le chromoxalate correspondants, depuis longtemps mesurés par Schabus, Murmann et Rammelsberg. Ils pré-

sentent deux types très différents. Cristallisés par refroidissement, ils ont la forme de la figure 5 avec la face g^1 (010) toujours courbe et écailleuse; obtenus par évaporation, ils ont la forme de la figure 6. Le corps est excessivement soluble, et les cristaux, qui ne se déposent que dans une eau mère presque sirupeuse, ont rarement des faces bien planes. Les mesures doivent donc être considérées comme assez médiocres.

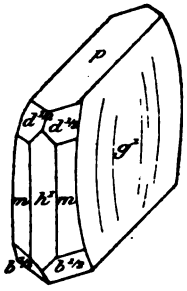


Fig. 5.

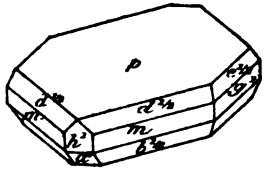


Fig. 6.

Faces : p (001), h^1 (100), g^1 (010), m (110), $d^{1/2}$ (111), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$)
1 . 3990 : 1 : 1.1980; $\gamma = 99° 28'$.

	Angles	Calculés	Mesurés
ph^1	(001 100)	—	*99° 28′
mh^1	(110 100)	126° 3′	125° 58′
mm	($1\bar{1}0$ 110)	72° 6′	—
$d^{1/2}d^{1/2}$	($1\bar{1}1$ 111)	100° 34′	100° 42′
$pd^{1/2}$	(001 111)	128° 8′	—
pm	(001 110)	95° 33′	95° 42′
$b^{1/2}b^{1/2}$	($\bar{1}\bar{1}1$ $\bar{1}11$)	—	*91° 14′
$b^{1/2}h^1$	($\bar{1}11$ $\bar{1}00$)	—	*114° 20′
$b^{1/2}p$	($\bar{1}11$ 001)	120° 33′	—
$b^{1/2}m$	($\bar{1}11$ $\bar{1}10$)	143° 54′	143° 50′

clivage assez facile suivant p (001).

Plan des axes optiques parallèle au plan de symétrie. Bissectrice aiguë négative faisant avec l'axe vertical un angle de 7° 30′ dans l'angle obtus γ; 2E = 83° 30′.

Dispersion très faible $\rho > v$.

J'ai choisi cette orientation parce que c'est celle qui a été adoptée pour les composés chromique et ferrique correspondants depuis longtemps décrits, et que c'est celle qui se présente en effet naturellement à l'esprit, étant donnée la forme habituelle des cristaux. Mais, si l'on remarque que l'angle $b^{1/2}$ $b^{1/2}$ ($\bar{1}\bar{1}1$ $\bar{1}11$), qui est presque droit, est très voisin de l'angle *mm* ($1\bar{1}0$ 110) des composés de K, Rb, (NH^4) à $6H^2O$ et de Tl à $4H^2O$, et si l'on fait p (001) = o^1 (101), $d^{1/2}$ (111) = e^1 (011) $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$) = m (110) h^1 (100) = a^1 ($\bar{1}01$), m (110) = ($\bar{1}21$), $e^{1/2}$ (021) = (141), on a :

$$0.9884 : 1 : 0.8257 ; \gamma = 97° 47'.$$

D'autre part, en considérant dans les composés à $6H^2O$ et à $4H^2O$ le seul octaèdre existant comme {112}, leurs paramètres deviennent :

$$\begin{aligned} (NH^4) &— 0.9977 : 1 : 0.7830 ; \gamma = 92° 26' \\ K &— 0.9994 : 1 : 0.7912 ; \gamma = 92° 5' \\ Rb &— 1.0188 : 1 : 0.8098 ; \gamma = 95° 2' \\ Tl &— 0.9730 : 1 : 0.8246 ; \gamma = 93° 39' \end{aligned}$$

Dans le but d'obtenir un sel double analogue à l'un de ceux que le sel de sodium fait avec les sels de potassium, de rubidium et d'ammonium, j'ai cristallisé à 30° un grand excès de $Al^2 6C^2O^4Na^6, 9H^2O$ très soluble avec une certaine quantité d'aluminaxolate thallique. Le premier dépôt était constitué par du sel thallique pur avec sa forme si caractéristique ; le second dépôt a donné quelques grammes de cris-

taux très nets ayant la forme du sel sodique. L'analyse a montré qu'ils correspondaient à un mélange isomorphe de 64.19 0/0 de $Al^2 6C^2O^4Na^6$, $9H^2O$ et de 35.81 0/0 du composé $Al^2 6C^2O^4Tl^6$, $9H^2O$, qui n'existe dans aucune condition à l'état isolé. Nous verrons plus loin, parmi les ferrioxalates, un autre exemple du même genre.

	Calculé	Trouvé
Al^2O^3.....	9.27	9.10
C^2O^3.....	39.30	—
Tl^2O.....	23.14	22.80
Na^2O.....	13.55	13.27
H^2O.....	14.74	14.66
	100.00	

Les cristaux qui perdent toute leur eau à 110° ont l'aspect de la figure 6 et possèdent les mêmes faces que le sel sodique pur. Les axes optiques sont un peu plus écartés.

$6.Al^2 6C^2O^4Na^6,5H^2O.$

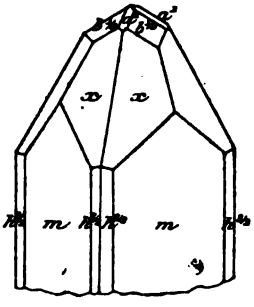


Fig. 7.

Lorsqu'on évapore la solution du sel précédent à une température supérieure à 60°, il se dépose un autre hydrate en

cristaux quadratiques généralement petits, mais très nets. On ne peut les sortir de leur eau mère sans qu'ils se recouvrent en quelques instants d'une couche de l'hydrate supérieur. Il faut donc décanter rapidement le liquide et laisser les cristaux se dessécher à la température à laquelle ils se sont déposés. Ils ne perdent à 110° qu'une molécule d'eau les quatre autres sont chassées à 150° :

Al^2O^3.....	12.59	12.58
$6C^2O^3$.....	53.33	53.28
$3Na^2O$.....	22.97	22.87
$5H^2O$.....	11.11	11.16
	100.00	99.85
à 110°.....	2.22	2.25

Faces observées : h^1 (100), $h^{3/2}$ (510), m (110), a^1 (101) $b^{1/2}$ (111), x (311).

1 : 0,5726.

Angles		Calculés	Mesurés
$h^{3/2}h^{3/2}$	($5\bar{1}0$ 510)	112° 38′	—
$h^{3/2}m$	(510 110)	146° 19′	146° 20′
$b^{1/2}b^{1/2}$	($1\bar{1}1$ 111)	127° 10′	—
$b^{1/2}a^1$	(111 101)	153° 35′	153° 34′
$b^{1/2}m$	(111 110)	—	*129°
xx	($3\bar{1}1$ 311)	133° 54′	133° 48′
xm	311 (110)	141° 32′	141° 30′

Uniaxe positif, sans aucune anomalie optique. Biréfringence assez forte :

$$7.Al^2 6C^2O^4Li^6,11H^2O.$$

Ce corps, très soluble, s'obtient facilement en gros cristaux très limpides, lorsqu'on évapore sa solution à 20° — 30°. Ces

cristaux s'effleurissent à la longue, et il est possible qu'il existe un hydrate inférieur, car, en évaporant vers 45°, on obtient un magma de cristaux d'une tout autre forme, qu'il est tout à fait impossible de débarrasser de l'eau mère qui a pris la consistance d'un sirop très épais :

		I	II
Al^2O^3.....	12.41	12.60	12.5
$6C^2O^3$.....	52.55	52.36	
$3Li^2O$.....	10.95	10.83	10.67
$11H^2O$.....	24.09	23.90	24.20
	100.00	99.69	

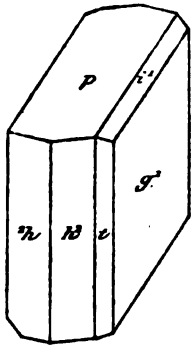


Fig. 8.

Les cristaux tricliniques, malgré leur belle apparence, ont des faces assez peu réfléchissantes. Ils sont de forme très simple, et je n'ai jamais trouvé que les faces p (001) g^1 (010) t (110) h (31$\bar{0}$) $2h^2$ (310) et i^1 (011) cette dernière généralement peu développée :

1.0161 : 1 : 0.7955

h^1g^1 (100 010) 91° 24′ ; α = 94°
*pg^1 (001 010) 82° 38′ ; β = 81° 44′
ph^1 (001 100) 108° 44′ ; γ = 109° 6′.

Angles		Calculés	Mesurés
$^2hh^2$	$(3\bar{1}0\ 310)$	—	*144° 10′
^2hp	$(3\bar{1}0\ 001)$	110° 20′	—
h^2p	(310 001)	—	*105° 20′
h^2g^1	(310 010)	—	*109° 10′
tg^1	(110 010)	134° 48′	134° 50′
pt	(001 110)	98° 2′	98° 12′
pi^1	(001 011)	—	*140° 32′
i^1h^2	(011 110)	115° 52′	116°
i^1t	(011 110)	124° 49′	124° 50′

La bissectrice obtuse positive coïncide à très peu de chose près avec l'axe vertical; la bissectrice aiguë négative est presque perpendiculaire à la face t (110). Biréfringence très forte 2E = 100° 30. Dispersion inappréciable.

On remarquera que, malgré la différence de composition et de symétrie, les dimensions du réseau sont extrêmement voisines de celles qu'on observe dans les composés sodiques à $9H^2O$ potassique, rubidique et ammonique à $6H^2O$ et thallique à $4H^2O$:

$$8.Al^2 6C^2O^1Li^6, 19H^2O.$$

En cristallisant par évaporation sur l'acide sulfurique, j'ai eu pendant l'hiver, à une température voisine de 0°, des cristaux différents des précédents et qui perdaient à 110° 35.40 0/0 d'eau (th. 35 40 0/0), ce qui correspond très exactement à $19H^2O$. Sortis de l'eau mère, ils s'effleurissaient en quelques minutes, et il n'y avait pas à songer à les mesurer. Ils paraissent tricliniques, possèdent un clivage à travers lequel on voit un système d'axes pas trop écartés et assez excentrés.

B. — *Composés doubles*

9. $Al^{8}24C^{2}O^{1}Na^{19}K^{5},32H^{2}O$.

Ce composé a été préparé et analysé par MM. Kehrmann et Pickersgill (1), qui lui ont donné la composition beaucoup plus simple $Al^{2}6C^{2}O^{1}Na^{4}K^{2},8H^{2}O$. J'ignore à quoi tient la divergence de nos analyses ; mais il est certain que la formule de ces savants est inexacte, car si l'on fait un mélange des sels simples dans les proportions que cette formule indique, on voit toujours se déposer une certaine quantité de sel potassique. Un mélange fait d'après ma formule donne, jusqu'à la dernière goutte, les mêmes cristaux pseudo-cubiques, facilement reconnaissables, au microscope, à leur très faible biréfringence.

J'ai fait de nombreuses analyses sur des produits de préparations très diverses et obtenus soit à basse température, soit à l'étuve à 40° — 50° ; je suis arrivé toujours au même rapport entre la soude et la potasse. Chauffé à 110°, le composé retient $6H^{2}O$ qu'il perd vers 150° :

		Trouvé			
		I	II	III	Kehrmann et Pick.
$Al^{2}O^{3}$.....	11.54	11.60	11.65	11.65	11.40 — 12.01
$24C^{2}O^{3}$....	48.88	49.11	—	—	47.69 — 47.91
$9^{1}/^{2}Na^{2}O$..	16.65	16.30	16.58	17 »	12.41 — 13.66
$2^{1}/^{2}K^{2}O$...	6.64	6.44	6.55	6.47	10.74 — 10.84
$32H^{2}O$.....	16.29	16.42	16.30	16.30	15.81 — 16.20
	100.00	99.87			
à 110°28' $H^{2}O$.	14.22	14.29	14.30	14.20	

I se rapporte à des cristaux obtenus par refroidissement,

(1) *Loc. cit.*

II à des cristaux déposés par évaporation à 15°, III à une cristallisation faite à 45°.

Il est un autre point sur lequel je ne suis pas d'accord avec MM. Kehrmann et Pickersgill. Ils affirment que les cristaux ne peuvent être recristallisés que par refroidissement d'une solution chaude, que dans tout autre condition ils se scindent en leurs éléments constituants. Je n'ai jamais observé une semblable décomposition; à froid comme à chaud, par refroidissement ou évaporation, on obtient toujours le même composé.

Les cristaux, parfois assez gros, sont pseudo-cubiques, car ils donnent entre les nicols croisés et sous une épaisseur convenable, des teintes assez vives de polarisation. Leur forme est assez variable suivant les conditions de cristallisation. Par refroidissement on obtient des leucitoèdres généralement très bien formés, par évaporation tantôt des tétraèdres pyramidés $^1/_2a^2$ (211) avec de petites facettes du tétraèdre pyramidé inverse, tantôt le dodécaèdre rhomboïdal avec leucitoèdre et octaèdre. Lorsque les cristaux sont suffisamment gros et les faces du dodécaèdre très développées, on constate sans peine qu'ils sont composés, comme le grenat ouwarowite de douze pyramides ayant pour base chacune des faces du dodécaèdre. L'écartement des axes est voisin de 90°, comme dans un grand nombre de cas de ce genre, décrits jadis par Mallard et M. E. Bertrand, et leur plan parallèle à la grande diagonale du rhombe. Comme dans le cas du grenat, il s'agit donc ici d'un assemblage régulier d'individus orthorhombiques à forme limite.

Par l'action d'une température bien inférieure à celle à laquelle ils commencent à se déshydrater, la biréfringence disparaît, et le corps devient réellement cubique.

10. $Al^2 6C^2O^4Rb^3Na^3, 5H^2O$.

Lorsqu'on cristallise par évaporation, à 20°-30°, une solution contenant un mélange d'une molécule de $Al^2 6C^2O^4Rb^6, 6H^2O$ avec un peu moins d'une molécule de $Al^2 6C^2O^4Na^6$, $9H^2O$, on obtient d'abord ce composé double en magnifiques cristaux ayant parfois plus de 1 centimètre de côté. Les derniers dépôts présentent des cristaux d'une toute autre forme, d'une composition plus complexe et qui seront décrits dans le paragraphe suivant.

A 110°, ces cristaux ne perdent que $4H^2O$; la dernière molécule n'est chassée que vers 150°. L'analyse a donné :

		Trouvé		
		I	II	
Al^2O^3....	10.23	10.28	10.33	
$6C^2O^3$....	43.33	43.00	43.01	p. diff.
$1^1/^2Rb^2O$.	28.08	28.36	28.00	
$1^1/^2Na^2O$..	9.33	9.27	9.34	
$5H^2O$.....	9.03	9.16	9.32	
	100.00	100.07	100.00	
à 110°...	7.22	7.23	7.24	

Les cristaux de symétrie clinorhombique sont presque toujours maclés par hémitropie autour d'une normale à a^1 ($\bar{1}01$). Dans les cristaux simples ou maclés, on ne rencontre le plus souvent que les faces p (001), h^1 (100), g^1 (010), o^1 (10), a^1 ($\bar{1}0\bar{1}$). Les faces $d^1/^2$ (111) sont rares, plus rares encore les faces $b^1/^2$ ($\bar{1}11$). Il y a un clivage sinon facile, du moins net suivant g^1 (010) :

$$1.2321 : 1 : 0.8816 ; \gamma = 91° 38'.$$

ph^1	(001 100)	91° 38′	91° 32′
o^1h^1	(101 100)	—	*126° 40′
a^1h^1	($\bar{1}$01 $\bar{1}$00)	—	*124° 30′
o^1a^1	(101 $\bar{1}$01)	108° 50′	—
$d^{1/2}d^{1/2}$	(1$\bar{1}$1 111)	109° 28′	—
$d^{1/2}g^1$	(111 010)	125° 16′	125° 20′
$d^{1/2}p$	(111 001)	131° 57′	131° 55′
$b^{1/2}b^{1/2}$	($\bar{1}\bar{1}$1 $\bar{1}$11)	108°	—
$b^{1/2}a^1$	($\bar{1}$11 $\bar{1}$01)	—	*144°
$b^{1/2}p$	($\bar{1}$11 001)	130° 48′	130° 50′
$b^{1/2}d^{1/2}$	($\bar{1}$11 111)	123° 33′	123° 34′

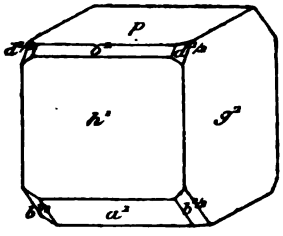


Fig. 9.

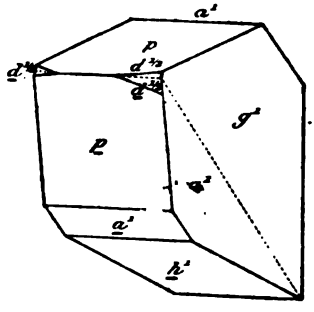


Fig. 10.

Dans le macle :

$d^{1/2}\underline{d}^{1/2}$	(111 $\underline{111}$)	149° 24′	149° 34′

Le plan des axes optiques et la bissectrice aiguë négative sont perpendiculaires au plan de symétrie. La bissectrice obtuse fait avec l'axe vertical un angle de 64° 30′ dans γ obtus; 2E = 109° 30′. La biréfringence est très forte, la dispersion inappréciable.

La chaleur fait éprouver à l'ellipsoïde optique des modifications extrêmement intéressantes. Lorsqu'on chauffe une lame de clivage aussi mince que possible, on la voit, vers 80°,

traversée par une série de stries. Pour peu que la température s'élève de quelques degrés, les stries disparaissent rapidement, et la lame redevient homogène avec des propriétés optiques tout autres. Par le refroidissement, la transformation inverse se produit, mais avec une grande lenteur, de sorte qu'on a tout le loisir d'étudier les propriétés optiques. La lame ne revient même jamais complètement à

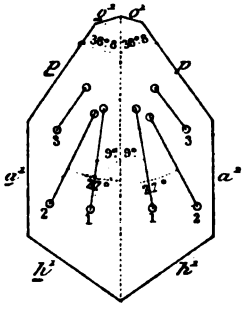


Fig. 11.

son état primitif et reste indéfiniment composée de deux sortes de plages ayant des propriétés différentes. La figure 11 montre la position des axes dans les trois états successifs : 1 à l'état naturel; 2 à 80°; 3 un peu au dessus. Dans l'état 2, il n'y a de changé que la position du plan des axes; leur écartement est toujours de 109° 30′, et la biréfringence est restée la même. L'angle que les axes font avec la trace de la macle est de 27°; l'angle de 9°, ils le font maintenant avec la face p (001). Dans l'état 3, les modifications sont beaucoup plus profondes : le plan des axes est devenu parallèle à p (001); leur écartement est 2E = 49°, et la biréfringence a notablement diminué.

Comment interpréter ces transformations? Remarquons d'abord que le réseau est non seulement quasi terbinaire,

puisqu'on a 100001 = 91°38′, qu'il est encore quasi ter-quaternaire. En effet, le rapport des paramètres est presque exactement celui d'un cube rapporté à un axe ternaire, à un axe binaire et à un axe pseudo-binaire, c'est-à-dire 1.225 : 1 : 08661. Cette remarque va nous permettre de comprendre ce qui se passe.

Dans la première transformation, le réseau reste le même, puisque l'ellipsoïde optique qui le caractérise n'éprouve aucune modification ; mais cet ellipsoïde se trouve orienté par rapport à la face $p(001)$, comme il l'était par rapport à la face $a^1(\bar{1}01)$. Si nous faisons l'échange entre les deux faces et si nous prenons $p(001) = a^1(\bar{1}01)$, $a^1(\bar{1}01) = p(001)$, $h^1(100) = o^{1/2}(201)$, $b^{1/2}(\bar{1}11) = e^1(011)$, $o^1(101) = o^{1/4}(401)$ et $d^{1/2}(111) = (431)$, on a ph^1 (001 100) = 90°5, et les paramètres deviennent :

$$0.9935 : 1 : 0.7265 \text{ (II)}.$$

ou très approximativement $1 : 1 : \frac{1}{\sqrt{2}}$, qui sont encore les paramètres du cube, mais rapporté à deux axes binaires pour axes horizontaux et un axe quaternaire pour axe vertical. On pourrait tout aussi bien prendre $o^1(101) = p(001)$, $p(001) = a^1(\bar{1}01)$, $a^1(\bar{1}01) = a^{1/4}(\bar{4}01)$, $h^1 100 = o^{1/4}(201)$, $d^{1/2}(111) = e^1(011)$, $b^{1/2}(\bar{1}11) = (\bar{4}31)$, on aurait ainsi ph^1(001 100) = 91°11 et les paramètres :

$$1.0231 : 1 : 0.7073 \text{ (III)}.$$

On peut choisir encore deux autres orientations, qui donnent pour les paramètres presque les mêmes rapports que (II) et (III).

En prenant $h^1(100) = o^1(100)$, $p(001) = a^{1/2}(\bar{2}01)$, $a^1 101) = a^2(\bar{1}02)$, $o^1(101) = h^1(100)$, $b^{1/2}(\bar{1}11) = (\bar{1}22)$, $d^{1/2}(111) = h^5(320)$, on a :

$$1.0609 : 1 : 0.7375 ; \gamma = 91° 11' \text{ (IV)}.$$

En faisant $a^1(\bar{1}00) = h^1(100)$, $p(001) = a^{1/2}(\bar{2}01)$, $h^1(100) = o^1(101)$, $d^{1/2}(111) = (122)$, $o^1(101) = a^2(\bar{1}02)$, $b^{1/2}(1\bar{1}1) = h^5(320)$, on a :

$$1.0898 : 1 : 0.7474 ; \gamma = 90° 5' \text{ (V)}.$$

Théoriquement, nous n'avons aucune raison de donner la préférence à l'une de ces quatre orientations possibles. Mais l'étude du composé sodico-ammonique décrit plus loin (12) et des composés chromique et ferrique isomorphes, montre que c'est l'une des orientations III ou IV qui donne, pour l'ensemble des faces, les symboles les plus simples. Si l'on remarque que, dans la seconde transformation, qui se fait à une température très peu supérieure, le corps devient orthorhombique, l'orientation V dans laquelle l'angle ph^1 est presque droit, paraît la plus rationnelle. On a là, comme on voit, le cas très instructif d'un dimorphisme d'un genre particulier, qui se manifeste non par la différence des réseaux et des particules qui en occupent les nœuds, mais par leur position relative différente dans l'espace. Cette particularité, qui doit se présenter souvent dans les substances cubiques, mais que l'isotropie du réseau nous empêche de constater, expliquerait pourquoi quelques-unes d'entre elles, très voisines cependant à tous égards, comme KCl et NaCl, ne peuvent pas cristalliser ensemble.

Les deux positions du réseau une fois prises, on conçoit qu'elles puissent être également stables dans un intervalle

plus ou moins considérable de température et qu'elles puissent coexister dans une même enveloppe cristalline. J'ai déjà dit plus haut qu'une lame chauffée à 80° ne revient jamais, par le refroidissement, à son état primitif. Même lorsqu'elle est très mince, la majeure partie de sa surface ne donne plus d'extinction, et l'on voit, en lumière convergente, deux systèmes d'axes de même écartement et faisant entre eux 18°. Dans les plages qui éteignent régulièrement, les axes sont tantôt à 9°, tantôt à 27° de la trace du plan de macle. La lame se conserve indéfiniment dans cet état, car j'en possède qui remontent à plusieurs mois, et n'ont subi aucune modification.

La seconde transformation est beaucoup plus simple et s'explique sans difficulté. Les trois axes sont devenus rigoureusement binaires et la forme orthorhombique. Les faces ont repris les symboles qu'ils avaient avant la première transformation, et il n'y a de changé que l'angle ph^1 (001 100), qui est maintenant de 90°.

La chaleur fait éprouver à la susbtance une autre et non moins curieuse transformation. Lorsqu'on chauffe une lame noyée dans l'huile de pétrole à des températures progressivement croissantes, on constate qu'après sa seconde transformation elle ne change plus, et les couleurs de polarisation restent les mêmes jusqu'au moment où elle commence à perdre de l'eau, qu'on voit se dégager à l'état de petites bulles. La biréfringence baisse alors un peu et, lorsque le dégagement de l'eau a cessé, la lame, quoique très fendillée, est restée assez transparente pour pouvoir être étudiée à lumière parallèle et convergente. On constate que la macle s'est conservée intacte, que la position du plan des axes est restée ce qu'elle était après la seconde transformation, que la forme est, par conséquent, restée orthorhombique; mais l'écartement des axes a beaucoup diminué, il est de 24°

environ. Ce départ de l'eau (9 0/0) sans destruction du réseau cristallin, et cette presque identité des formes du corps anhydre et de son hydrate, rappellent les faits si curieux observés par Mallard, et plus récemment, par M. G. Friedel dans les zéolithes. Nous en verrons plus loin un autre exemple :

$$11.Al^{8}24C^{2}O^{4}Rb^{14}Na^{10},23HO.$$

Les eaux mères des cristaux précédents renferment un excès de rubidium et déposent, au bout de quelque temps, de gros cristaux clinorhombiques d'une tout autre forme. Ils ne se déshydratent complètement que vers 150°, et peuvent être recristallisés sans décomposition. Quelque étrange que paraisse la formule, elle ressort très nettement des deux analyses que j'ai faites sur deux produits différents :

		Trouvé	
		I	II
$4Al^2O^3$.....	9.75	9.76	—
$24C^2O^3$.....	41.47	41.33	41.06
$7Rb^2O$.....	31.36	31.74	32.02
$5Na^2O$.....	7.44	7.21	7.02
$23H^2O$.....	9.94	9.76	9.97
	100.00	99.80	
à 110° $20H^2O$.	8.62	8.54	8.60

On pourrait, il est vrai, considérer ce corps comme une combinaison de $6[Al^2 6C^2O^3Rb^3Na^3 6H^2O] + Al^2 6C^2O^3 Rb^6 6H^2O$, soit comme un simple mélange isomorphe de 83.52 0/0 du premier et de 16.48 0/0 du second, ce qui exigerait :

Lorsque les cristaux sont restés pendant quelques jours à l'air et plus rapidement lorsqu'on les place sous une cloche en présence d'acide sulfurique, ils ont la composition suivante :

		Trouvé
Al^2O^3.....	12.83	12.69
$6C^2O^3$.....	54.34	54.20
$1^1/^2Na2O$....	11.70	11.78
$1^1/^2(NH^4)^2O$.	9.81	9.80
$5H^2O$.....	11.32	11.57
	100.00	100.04

Les cristaux ainsi partiellement deshydratés n'ont d'ailleurs éprouvé aucune modification physique appréciable. Ils ont conservé leur limpidité, la position du plan des axes optiques et leur écartement sont restés les mêmes. Les deux hydrates ne se distinguent que par un point : le premier conserve 1 molécule d'eau à 110°, le second est complètement déshydraté à cette température.

1^{gr},047 de l'hydrate à $7H^2O$ en gros cristaux ont été placés sous une cloche au-dessus de l'acide sulfurique, à une température qui varie de 14°-16° ; un cristal que j'avais mesuré et dont j'avais déterminé les propriétés optiques a été placé à côté du creuset. Au bout de quarante-huit heures les cristaux avaient perdu 0.043 ou 4.10 0/0 ; la théorie pour $2H^2O$ est 4.18 0/0. Maintenus pendant six jours sous la cloche, ils n'ont plus rien perdu. Le cristal témoin avait conservé toutes ses propriétés optiques. Placés dans l'air saturé de vapeur d'eau à la même température de 14°-16°, ils ont repris, en quelques heures, les 43 milligrammes perdus ; mais, les jours suivants, ils ont continué à absorber lentement de nouvelles quantités d'eau et, au bout de sept jours, après en avoir absorbé encore 90 milligrammes, les cristaux sont

devenus humides, se sont collés les uns aux autres, comme le font les substances très hygroscopiques ; replacés à l'air libre, ils ont très rapidement repris leur poids de 1.047 et ont ensuite commencé à perdre très lentement les 2 molécules de leur eau mobile.

Pour le premier hydrate, on peut sans doute hésiter entre $7H^2O$ et $6H^2O$, car il est toujours dangereux de reporter sur une des parties constituantes, dont la quantité est relativement faible, l'ensemble des erreurs d'une analyse, quelque exacte qu'on la suppose. En admettant $6H^2O$, la perte trouvée à 110° correspondrait très bien à la totalité de l'eau contenue dans le corps, car la formule exigerait :

Al^2O^3	12.58
$6C^2O^3$	53.27
$1^{1/2}Na^2O$	11.22
$1^{1/2}(NH^4)^2O$	9.62
$6H^2O$	13.31
	100.00

Mais, outre que le chiffre pour l'acide oxalique s'écarte beaucoup de la théorie, le passage de l'un des hydrates à l'autre se fait, comme je l'ai dit, par perte ou gain de 4,1 0/0. Or la formule du second hydrate n'est pas douteuse : elle est bien à $5H^2O$; ce sont donc bien deux molécules d'eau qui s'ajoutent ou se retranchent. C'est pour cette raison, qui m'a parue décisive, que j'ai adopté la formule à $7H^2O$, aussi bien pour ce composé que pour les composés isomorphes du chrome et du fer décrits plus loin (20.31).

Les cristaux ont, en général, l'aspect représenté *fig.* 13, plus rarement la forme plus compliquée de la *fig.* 12. La face g^1 (010), suivant laquelle il y a un clivage facile, est toujours striée parallèlement à l'arête o^1g^1 (101010); les

autres faces sont toutes fortement striées parallèlement à leurs arêtes d'intersection avec le plan de symétrie, de sorte qu'on arrive avec peine à avoir des mesures quelque peu satisfaisantes. Malgré leur aspect très différent, ils ont la

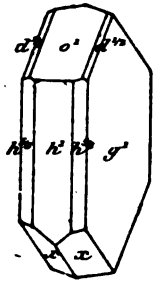


Fig. 12.

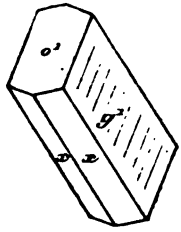


Fig. 13.

même forme que les cristaux du composé $Al^2 6C^2O^4Rb^3Na^3$. $5H^2O$. Les faces observées sont h^1 (100), g^1 (010), $h^{5/3}$ (410) o^1 (101), $d^{1/2}$ (111), x ($\bar{2}12$) ; $h^{5/3}$ et $a^{1/2}$ se rencontrent rarement :

$$1.2147 : 1 : 0.8560 ; \gamma = 90° 30'.$$

Angles		Calculés	Mesurés
$h^{5/3}h^{5/3}$	($4\bar{1}0$ 410)	146° 16′	—
$h^{5/3}g^1$	(410 010)	106° 38′	107°
o^1h^1	(101 100)	—	*126° 10′
$d^{1/2}d^{1/2}$	($1\bar{1}1$ 111)	109° 24′	—
$d^{1/2}g^1$	(111 010)	125° 18′	125° 30′
xx	($\bar{2}\bar{1}2$ $\bar{2}12$)	141°	—
xg^1	($\bar{2}12$ 010)	—	*109° 30′
xh^1	($\bar{2}12\bar{1}00$)	—	*123° 30′

Le plan des axes optiques et la bissectrice aiguë négative sont perpendiculaires au plan de symétrie. La bissectrice

obtuse fait avec l'axe vertical dans γ obtus 76° 6′, 2E = 134°. Biréfringence très forte, dispersion faible $\rho < v$.

J'ai déjà fait remarquer que les propriétés se conservaient intactes lorsque le corps perdait 2 molécules d'eau. Ces propriétés correspondent à très peu près à celles que présente le composé $Al^2 6C^2O^4\ Rb^3Na^3, 5H^2O$.

Le composé $Al^2 6C^2O^4\ (NH^4)^3\ Na^3, 7H^2O$ est donc, en somme, géométriquement et optiquement analogue à la première des trois formes du composé $Al^2 6C^2O^5 Rb^3Na^3, 5H^2O$; mais il s'en distingue par l'absence des deux autres formes. Lorsqu'on le chauffe, il n'éprouve aucune modification jusqu'au moment où il commence à se déshydrater. On voit alors la biréfringence baisser, le plan des axes devenir perpendiculaire à l'arête $h^1 g^1$ (100 010), et leur écartement diminuer de plus en plus.

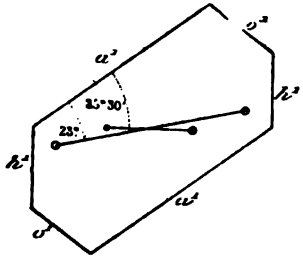


Fig. 14.

Lorsque la déshydratation est complète, les axes sont presque réunis. Si l'on a pris une lame du composé n'ayant pas encore perdu à l'air $2H^2O$, et si l'on n'a pas chauffé au-dessus de 110°, température à laquelle il conserve encore 1 molécule d'eau, on arrive à un écartement constant des axes optiques avec 2E = 62° 10′.

Il était intéressant de voir comment se comporteraient les

mélanges des deux composés rubidique et ammonique. J'ai cristallisé à 25° leur mélange équimoléculaire, et obtenu trois dépôts successifs, les deux premiers de la forme du composé rubidique, le dernier de la forme du composé ammonique. Dans les cristaux des deux premiers dépôts, le plan des axes se trouvait à 9° du plan de macle, par conséquent comme dans le composé rubidique pur; mais les axes étaient notablement plus écartés : 2E = 119° 20′ pour le premier dépôt et 119° 45′ pour le second. Dans les cristaux du dernier dépôt, l'extinction se faisait à 23° de l'arête $a^1 g^1$ ($\bar{1}01$ 010) par conséquent comme dans le composé ammonique pur, les axes ne faisaient plus, entre eux, que 120° 20′ au lieu de 133°.

La chaleur fait éprouver les mêmes modifications qu'aux composés purs, à cela près que, dans les cristaux des deux premiers dépôts, la forme orthorhombique est devenue très instable à la température ordinaire. Au lieu de se conserver pendant quelques minutes, elle disparaît instantanément dès qu'on arrive au-dessous de la température de transformation. Les cristaux du second dépôt, celui qui devait contenir la plus grande quantité du composé ammonique, renfermait 61.050/0 ou, très exactement, 5 molécules de $Al^2 6C^2O^4 Rb^3 Na^3$, $5H^2O$ et 38.95, ou 4 molécules de $Al^2 6C^2O^4 (NH^4)^3 Na^3, 5H^2O$. A 110°, il reste 1 molécule d'eau, qui ne peut être chassée sans décomposition. L'analyse m'a donné :

		Trouvé
Al^2O^3.....	11.25	11.28
C^2O^3.....	47.62	47.77
Rb^2O.....	17.14	17.00
$NH^{4/2}O$.....	3.82	4.01
Na^2O.....	10.25	10.21
H^2O.....	9.92	—
	100.00	
à 110°.....	7.93	7.97

Le dernier dépôt dont les cristaux ont la forme du composé sodico-ammonique n'éprouve pas de transformation dimorphique lorsqu'on le chauffe, mais il devient orthorhombique quand il ne contient plus qu'une molécule d'eau avec des axes optiques très rapprochés.

Les cristaux que j'ai analysés étaient restés un jour à l'air et avaient perdu un peu moins de 2 molécules d'eau sur les $7H^2O$ qu'ils avaient primitivement. Je les ai donc chauffés à 110° pour les amener à une composition fixe. Ils se sont trouvés alors composés de 2 molécules de $Al^2 6C^2O^4 (NH^4)^3 Na^3, H^2O$ ou 60.99 0/0 et 1 molécule de $Al^2 6C^2O^4 Rb^3Na^3, H^2O$ ou 39.01 0/0, ce qui exige :

		Trouvé	
$3Al^2O^3$.....	12.91	12.88	
$18C^2O^3$.....	54.66	54.50	
$1^{1/2}Rb^2O$....	11.81	12.23	
$4^{1/2}Na^2O$....	11.77	11.54	
$3(NH^4)^2O$...	6.57	6.70	
$3H^2O$.....	2.28	2.15	p. diff.
	100.00	100.00	

CHROMOXALATES.

A. — *Composés simples.*

$13.Cr^2 6C^2O^4(NH^4)^6,6H^2O.$

L'analyse de ce composé ne présentait aucun intérêt, tous les auteurs étant d'accord sur sa formule. Les cristaux, parfois très gros, sont toujours mal formés et possèdent des faces peu réfléchissantes. M. Rammelsberg n'avait pas pu les mesurer et, de mon côté, j'ai eu beaucoup de peine à obtenir quelques angles qui permettent de calculer au moins approximativement les paramètres. Les cristaux, qui ont, du reste, la forme de tous les composés analogues de l'ammoniaque, du potassium et du rubidium (*fig.* 3) présentent les faces $h^1(100)$, $g^1(010)$, $m(110)$, $d^{1/2}(111)$, $b^{1/2}(\bar{1}11)$:

$$0.9833 : 1 : 0.3870 ; \gamma = 95° 18'.$$

Angles		Calculés	Mesurés
mm	$(1\bar{1}0\ 110)$	90° 42′	—
mg^1	$(110\ 010)$	134° 38′	134° 20′
$d^{1/2}d^{1/2}$	$(1\bar{1}1\ 111)$	141° 38′	—
$d^{1/2}b^{1/2}$	$(1\bar{1}1\ \bar{1}11)$	—	*122° 20′
$b^{1/2}d^{1/2}$	$(\bar{1}11\ 111)$	—	*139° 46′
$b^{1/2}b^{1/2}$	$(1\bar{1}1\ \bar{1}11)$	—	*139° 20′
$b^{1/2}m$	$(\bar{1}11\ \bar{1}10)$	115° 56′	116° 10′
$d^{1/2}m$	$(111\ 110)$	121° 44′	—

La couleur de tous ces composés chromiques est tellement intense qu'il m'a été impossible de déterminer les propriétés optiques. On peut dire seulement que le plan des axes est, comme dans les aluminoxalates et les ferrioxalates correspondants, parallèle au plan de symétrie, et que les bissec-

trices font de petits angles avec les normales à $p(001)$ et $h^1(100)$:

14.$Cr^2 6C^2O^4K^6,6H^2O$.

Aucun doute ne s'est élevé sur l'hydratation de ce corps, et toutes les analyses sont concordantes. Il a été déterminé par Schabus et Rammelsberg, dont les mesures ne concordent pas très bien ; mais cela n'a pas lieu d'étonner, car comme dans le composé précédent, les faces ne sont pas très planes. Les faces habituelles sont $g^1(010)$, $m(110)$, $g^3(230)$ $d^{1/2}(111)$, $b^{1/2}(\bar{1}11)$, $(\bar{3}13)$ et $(\bar{5}45)$. Ces deux dernières signalées, par Schabus, semblent fort rares, car ni Rammelsberg ni moi ne les avons rencontrées :

$$1.006 : 1 : 0.399 ; \gamma = 93^\circ 69'$$

Mêmes observations que pour le composé précédent, quant aux propriétés optiques :

15.$Cr^2 6C^2O^4Rb^6,6H^2O$.

Ce composé ressemble beaucoup, par sa très grande solubilité, sa couleur, sa forme cristalline aux deux précédents. Il ne s'en distingue que par cette particularité qu'il ne perd pas toute son eau à 110° ; la dernière molécule n'est chassée que vers 140° :

		Trouvé
Cr^2O^3.....	12.19	12.12
$6C^2O^3$.....	34.48	
$3Rb^2O$	44.71	44.67
$6H^2O$.....	8.62	8.60
	100.00	
à 110° $5H^2O$.	7.10	7.08

Faces observées g^1 (010), m (110), $d^{1/2}$ (111), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$). Les faces sont un peu plus planes que dans les deux composés précédents et les mesures un peu meilleures :

1.0221 : 1 : 0,3963 ; $\gamma = 92°25'$.

Angles		Calculés	Mesurés
mm	($1\bar{1}0$ 110)	88°52′	88°50′
$md^{1/2}$	(110 111)	120°18′	120°20′
$mb^{1/2}$	($\bar{1}10$ $\bar{1}11$)	117°42′	117°30′
$d^{1/2}d^{1/2}$	($1\bar{1}1$ 111)	—	*140°
$b^{1/2}d^{1/2}$	($\bar{1}11$ $1\bar{1}1$)	—	*122°
$b^{1/2}d^{1/2}$	($\bar{1}11$ 111)	—	*140°20′
$b^{1/2}b^{1/2}$	($\bar{1}\bar{1}1$ $\bar{1}11$)	138°54′	139°

Pas plus que dans les deux composés précédents, les propriétés optiques ne peuvent être déterminées :

$$16.Cr^2 6C^2O^4Na^6,9H^2O.$$

C'est un des composés les plus anciennement connus de la série. Sauf Graham, qui avait trouvé $10H^2O$, et Bussy, qui avait admis $4H^2O$, tous les auteurs ont confirmé la formule de Mitscherlich avec $9H^2O$. Il est un peu moins soluble que les autres sels que nous venons de passer en revue et cristallise avec une rare facilité. Les déterminations très concordantes de Schabus et de Rammelsberg montrent qu'il est clinorhombique et parfaitement isomorphe avec l'aluminoxalate correspondant (5). On y observe les faces h^1 (100), g^1 (010), p (001), m (110), $d^{1/2}$ (111), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$), $e^{1/2}$ (021) avec un clivage facile suivant p (*f.* 6) :

1.3866 : 1 : 1.2012 ; $\gamma = 100°24'$.

Malgré la grande opacité des cristaux, on peut étudier les

propriétés optiques, grâce à cette circonstance que les cristaux s'implantent généralement par la base. Il suffit d'évaporer sur une lame de verre une mince couche de la solution un peu concentrée pour avoir les lames suffisamment transparentes. On constate ainsi que le plan des axes est parallèle au plan de symétrie, que la bissectrice aiguë négative est perpendiculaire à la base, que la biréfringence est assez forte et la dispersion $\rho < v$. $2E = 67° 36'$:

$$17.Cr^2 6C^2O^4Li^6, 11H^2O.$$

C'est l'hydrate qui cristallise à toutes les températures au-dessus de 15°. Malgré son excessive solubilité, il donne facilement de très gros cristaux tricliniques isomorphes avec l'aluminoxalate correspondant (*fig.* 8).

		Trouvé I	Trouvé II
Cr^2O^3.....	17.50	17.34	17.41
$6C^2O^3$.....	49.50	49.35	49.22
$3Li^2O$.....	10.31	10.20	10.00
$11H^2O$	22.69	22.99	
	100.00	99.88	

Faces observées :

$$p\,(001)\; g^1\,(010)\; t\,(110)\; {}^2h\,(3\bar{1}0)\; h^2\,(310)\; i^1\,(011)\; (fig.\ 8);$$

$$1.0202 : 1 : 0.8099.$$

$$h^1g^1\,(100\,010) = 92° 18'\,;\ \alpha = 95° 4'$$
$$pg^1\ (061\,010) = 82° 36'\,;\ \beta = 81° 22'$$
$$ph^1\ (001\,100) = 109° 20'\,;\ \gamma = 109° 50'$$

	Angles	Calculés	Mesurés
pg^1	001 010	—	*82° 36′
tg^1	110 010	135° 20′	135° 20′
^2ht	$3\bar{1}0$ 110	154° 40′	—
$^2hh^2$	$3\bar{1}0$ 100	—	*144° 10′
h^2g^1	310 010	—	*110°
ph^2	001 310	—	*105° 48′
p^2h	001 $3\bar{1}0$	111° 2′	111°
pi^1	001 011	—	*139° 56′
h^2i^1	310 011	116° 54′	116° 40′

Les cristaux ne sont transparents qu'en lames extrêmement minces :

18 . $Cr^2 6C^2O^4Li^6, 17H^2O$.

Lorsqu'on cristallise par évaporation au-dessous de 15°, il se dépose des cristaux d'une tout autre forme. Ils sont excessivement efflorescents et perdent à l'air 9 molécules d'eau en devenant verts (trouvé 13.850 0/0, théorie 13620/0). Les cristaux non effleuris perdent, à 110°, 31.48 0/0 (th. 31.200 0/0).

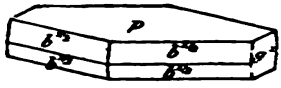


Fig. 15.

Les cristaux ont la forme de la *fig.* 15, et leurs faces sont si peu réfléchissantes qu'on ne peut les mesurer qu'approximativement. Peut-être sont-ils clinorhombiques, mais les différences dans l'inclination des 4 faces de la pyramide sur la base ne m'ont pas paru dépasser les limites des erreurs d'observation. Les propriétés, optiques qu'on observe à travers la base sont celles d'une substance orthorhombique;

il est vrai que ce n'est pas là un argument décisif, car dans un certain nombre de ces composés, et notamment dans les composés du sodium à $9H^2O$, la bissectrice est normale à p (001). Faces observées p(001), g^1 (010), $b^{1/2}$(111).

Clivage extrêmement facile, suivant la base :

0.5840 : 1 : 1.5323.

Angles		
$b^{1/2}b^{1/2}$ ($1\bar{1}1$ 111)	—	*122° 40′
$b^{1/2}b^{1/2}$ ($\bar{1}11$ 111)	69° 34′	69° 50′
$b^{1/2}$ p (111 001)	—	*108°

A travers une mince lame de clivage on voit un système d'axes parallèle à g^1 (010) et une bissectrice aiguë négative exactement perpendiculaire à p (001) 2E = 95° 26′.

B. — *Composés doubles.*

19 . $Cr^{8}24C^2O^4Na^{19}K^5,32H^2O$.

Ce composé a été préparé et analysé par Kehrmann et Pickersgill (1), qui lui ont donné, comme pour le composé aluminique correspondant, la formule $Cr^26C^2O^4Na^4K^2$, $8H^2O$. Cette formule ne concorde ni avec mes analyses, ni avec ce fait d'observation qu'un mélange de 2 molécules du sel sodique avec 1 molécule du sel potassique dépose à côté du composé double du sel potassique pur :

		Trouvé I	Trouvé II	Kehr. et Pick.
$4Cr^2O^3$.....	16.35	16.39	16.38	15.92
$2^4C^2O^3$	46.20	46.00	—	45.27
$9^{1/2}Na^2O$....	15.75	16.01	15.90	13.04
$2^{1/2}K^2O$.....	6.28	6.20	6.30	10.00
$32H^2O$.....	15.41	15.54	—	15.36
	100.00	100.14		99.59
$28H^2O$. 110°.	13.48	13.67	13.77	

(1) *Loc. cit.*

Contrairement à l'opinion de MM. Kehrmann et Pickergill, le corps peut être recristallisé à chaud comme à froid, par refroidissement ou évaporation sans aucune décomposition.

La forme pseudo-cubique des cristaux est identique à celle du composé aluminique. Leur couleur est un violet presque noir; en écailles minces ils sont transparents, et l'on constate qu'ils ne sont point pléochroïques :

$$20\ Cr^2 6C^2O^4Na^3(NH^4)^3,\ 7H^2O.$$

Isomorphe avec le composé aluminique correspondant que j'ai décrit plus haut (12). Il est très stable et peut être facilement recristallisé; il ne perd, à 110° que $6H^2O$, la dernière molécule ne peut être chassée sans décomposition :

		Trouvé
Cr^2O^3.....	17.33	17.24
$6C^2O^3$.....	48.99	49.00
$1^1/_2Na^2O$....	10.54	10.87
$1^1/_2(NH^4)^2O$.	8.85	8.70
$7H^2O$.....	14.29	
	100.00	
$6H^2O$ à 110°.	12.25	12.41

Les cristaux ont généralement la forme de la figure 12, avec les faces p^1 (100), $h^{5/3}$ (410), g^1 (010), o^1 (101), $d^{1/2}$ (111), x ($\bar{2}12$). Clivage assez net suivant g^1 :

$$1.2006 : 1 : 0.8493\ ;\ \gamma = 90° 20'.$$

Angles		Calculés	Mesurés
$h^{5/3}h^{5/3}$	($\bar{4}10$ 410)	146° 36′	—
$h^{5/3}o^1$	(410 110)	123° 48′	124°
h^1o^1	(100 101)	—	*125° 30
o^1a^1	(101 $\bar{1}01$)	109° 27′	109° 30′
a^1h^1	($\bar{1}01$ $\bar{1}00$)	125° 3	125°
$d^{1/2}d^{1/2}$	(1$\bar{1}$1 111)	110° 40′	—
$d^{1/2}o^{1/2}$	(111 101)	145° 20	145° 14′
xx	($\bar{2}\bar{1}2$ $\bar{2}12$)	141° 40′	—
xa^1	($\bar{2}\bar{1}2$ $\bar{1}01$)	—	*160° 50′
xo^1	($\bar{2}12$ 101)	—	*108° 20′

A travers une lame de clivage très mince on voit que le plan des axes, qui est perpendiculaire au plan de symétrie, fait un angle de 25° environ avec l'arête a^1g^1 ($\bar{1}01$ 010) et par conséquent un angle de 80° environ avec l'axe vertical dans l'angle obtus 001 100. La bissectrice aiguë négative est perpendiculaire à g^1 (010), 2E = 98° 20′. Biréfringence très forte $\rho > v$.

Contrairement à ce que nous avons vu pour le composé $Al^2 6C^2O^4 (NH^4)^3 Na^3, 7H^2O$, qui, lorsqu'on le chauffe, ne subit aucune transformation avant de se déshydrater, on observe ici, vers 90°, un changement brusque. Le plan des axes devient perpendiculaire à h^1 (100). La biréfringence est notablement diminuée, et l'écartement des axes n'est plus que de 70° environ. Le chromoxalate sodico-ammonique est donc, à la température ordinaire, semblable à l'aluminoxalate correspondant, et se comporte à température plus élevée, comme l'aluminoxalate sodico-rubidique dans sa seconde transformation.

Chauffé plus fort, il perd de l'eau et devient presque uni axe, le plan des axes restant toujours perpendiculaire à h^1 (100).

21 . $Cr^2 6C^2O^4Rb^3Na^3\ 7H^2O$

C'est le seul composé qu'on obtienne, quelles que soient les conditions de cristallisation. Il est en cristaux violets presque noirs et qui ne sont transparents qu'en lames de clivage très minces. Il ne perd à 110° que $6H^2O$; la dernière molécule n'est chassée que vers 160° :

		Trouvé I	Trouvé II
Cr^2O^3.....	14.10	14.13	14.08
$6C^2O^3$.....	39.86	40.05	—
$1^1/^2Rb^2O$...	25.82	25.59	25.69
$1^1/^2Na^2O$....	8.59	8.68	8.66
$7H^2O$.....	11.63	11.76	
	100.00	100.21	
$6H^2O$ à 110°.	9.96	9.76	9.61

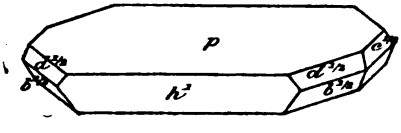


Fig. 16.

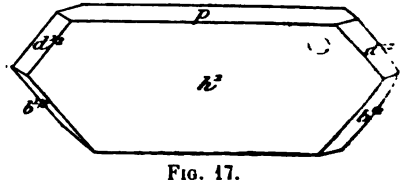


Fig. 17.

La forme habituelle des cristaux est celle de la figure 17; beaucoup plus rare est la forme (*fig.* 16). Les faces sont très peu réfléchissantes, les images vagues et étalées, de sorte qu'on n'obtient que des mesures approximatives. Malgré ce défaut d'exactitude, l'analogie, on peut même dire la presque identité de la forme avec la forme des composés $R^2 6C^2O^4Na^6,9H^2O$ (5.16.26), d'une part, et, de l'autre, avec le composé $Al^8 24C^2O^4Rb^{14}Na^{10},23H^2O$ (11) est évidente. Ce sont les mêmes faces, presque les mêmes paramètres et, à peu de chose près, les mêmes propriétés optiques.

Faces observées : h^1 (100), p (001), m (110), $d^{1/2}$ (111), $b^{1/2}$ ($\bar{1}$11), $e^{1/2}$ (021). Clivage facile, suivant p :

1 . 4008 : 1 : 1.1594 ; $\gamma = 100° 40'$.

Angles		Calculés	Mesurés
ph^1	(001 100)	—	* 100° 40′
mm	(110 1$\bar{1}$0)	72°	—
mh^1	(110 100)	—	* 126°
mp	(110 001)	96° 13′	96°
$d^{1/2}d^{1/2}$	(1$\bar{1}$1 111)	102° 12′	—
$d^{1/2}p$	(111 001)	—	* 129° 30′
$b^{1/2}b^{1/2}$	($\bar{1}\bar{1}$1 $\bar{1}$11)	91° 44′	—
$b^{1/2}p$	($\bar{1}$11 001)	121° 10′	121°
$e^{1/2}e^{1/2}$	(0$\bar{2}$1 021)	47° 24′	—
$e^{1/2}p$	(021 001)	113° 42′	113° 30′

Plan des axes optiques parallèle au plan de symétrie. Bissectrice aiguë négative perpendiculaire à la base 2E = 56°. Biréfringence forte, dispersion $\rho > v$. Il y a donc, comme on le voit, isomorphisme optique complet avec le composé $Cr^2 6C^2O^4Na^6, 9H^2O$ (16).

FERRIOXALATES.

A. — *Composés simples.*

22. $Fe^2 6C^2O^4K^6, 6H^2O$.

Tous les auteurs sont d'accord sur la composition de ce sel, qui a été analysé par Bussy, Graham et Rammelsberg, et enfin, plus récemment, par MM. Eder et Valenta.

Les cristaux, parfois très gros, ont été déterminés par Kopp, Schabus, Grailich, Murmann, Rammelsberg, avec des résultats très concordants. Ils sont clinorhombiques et

tout à fait isomorphes avec tous les composés $\overset{I}{R}{}^{6}C^{2}O^{4}\overset{I}{R}{}^{6}$, $6H^{2}O$ (*fig.* 3) :

$$1{,}001 : 1 : 0.3934 ; \gamma = 94^{\circ}.$$

On observe les faces : h^{1} (100), g^{1} (010), m (110), h^{5} (230), $d^{1/2}$ (111), $b^{1/2}$ $(\bar{1}11)$:

$$23.Fe^{2}6C^{2}O^{4}(NH^{4})^{6},6H^{2}O.$$

Rammelsberg avait trouvé, dans ce composé, $6H^{2}O$. Les trois analyses de MM. Eder et Valenta, d'ailleurs peu concordantes entre elles, surtout en ce qui concerne le fer qui se dose très exactement, conduisent à $8H^{2}O$. Mon analyse, faite sur des cristaux très limpides, confirme pleinement la formule de Rammelsberg :

		Trouvé	Eder et Valenta
$Fe^{2}O^{3}$....	18.70	18.64	18.35 — 18.97
$6C^{2}O^{3}$....	50.46	50.74	47.25 — 48.24
$3(NH^{4})^{2}O$.	18.22	18.00	
$6H^{2}O$.....	12.62	12.46	
	100.00	99.84	

Les cristaux ont été mesurés par Kopp, Schabus et Rammelsberg, qui se sont contentés de donner quelques angles établissant l'isomorphisme avec le composé potassique, sans calculer les paramètres. Des cristaux assez nets, obtenus par évaporation à 25°, ont (*fig.* 3) présenté les faces : h^{1} (100), g^{1} (010), m (110), h^{3} (210), $d^{1/12}$ (111), $b^{1/2}$ $(\bar{1}11)$:

$$0.9959 : 1 : 0.3932 ; \gamma = 92^{\circ}\,15'.$$

Angles		Calculé	Mesuré	Rammelsberg
mm	$(1\bar{1}0\ 110)$	90° 17′	90° 12′	90° 10′
h^3h^3	$(2\bar{1}0\ 210)$	127° 6′	126° 48′	126° 44′
$d^{1/2}d^{1/2}$	$(1\bar{1}1\ 111)$	—	*140° 20′	140° 24′
$b^{1/2}d^{1/2}$	$(\bar{1}11\ 111)$	139° 29′	139° 30′	—
$b^{1/2}b^{1/2}$	$(\bar{1}\bar{1}1\ \bar{1}11)$	—	*139° 22′	139° 12′
$b^{1/2}h'$	$(\bar{1}11\ \bar{1}00)$	—	*108° 20′	109° 18′
$d^{1/2}h^1$	$(111\ 110)$	112° 11′	—	111° 28′

Plan des axes optiques parallèle au plan de symétrie :

24 . $Fe^2 6C^2O^4Rb^6, 6H^2O$.

Cristallise très facilement en cristaux isomorphes avec les deux composés précédents. L'analyse m'a donné :

		Trouvé
Fe^2O^3	12.70	12.72
$6C^2O^3$	34.29	34.34
$3Rb^2O$.....	44.44	44.22
$6H^2O$.....	8.57	8.56
	100.00	99.84

Cristaux ne possédant que les faces g^1 (010), m (110), $d^{1/2}$ (111), $b^{1/2}$ (111) (*fig.* 3) :

1 . 0106 : 1 : 0 . 4004 ; γ = 95° 12′.

Angles		Calculé	Mesuré
mm	$(1\bar{1}0\ 110)$	89° 36′	89° 30′
$d^{1/2}d^{1/2}$	$(1\bar{1}1\ 111)$	—	*140° 20′
$d^{1/2}m$	$(111\ 110)$	121° 54′	121° 48′
$b^{1/2}d^{1/2}$	$(\bar{1}\bar{1}1\ 111)$	—	*121° 20′
$b^{1/2}d^{1/2}$	$(\bar{1}11\ 111)$	—	*139° 40′
$b^{1/2}m$	$(\bar{1}11\ \bar{1}10)$	116° 46′	116° 46′
$b^{1/2}b^{1/2}$	$(\bar{1}\bar{1}1\ \bar{1}11)$	138° 10′	138°

Plan des axes optiques parallèle au plan de symétrie :

25. $Fe^2 6C^2O^4Tl^6, 4H^2O$.

Ce composé, d'un vert très pâle, est encore moins soluble que l'aluminoxalate correspondant, et doit être cristallisé à 50°-60°, si l'on veut avoir des cristaux de 2 à 3 millimètres. Son analyse présente de très grandes difficultés, et je n'ai pu arriver à des résultats très exacts. Un peu de thallium est toujours entraîné vers l'oxyde de fer qu'on précipite avec l'ammoniaque, augmentant ainsi le poids de Fe^2O^3 et diminuant le poids de Tl^2O. En effet, en lavant le précipité à l'eau bouillante, la liqueur filtrée ne précipite plus à la longue par JK, mais donne encore, avec le sulfhydrate d'ammoniaque une légère coloration brune :

		Trouvé	
		I	II
Fe^2O^3.	8.26	9.00	8.81
$6C^2O^3$.	22.32	22.53 p. diff.	23.11 p. diff.
$3Tl^2O$.	65.70	64.71	64.44
$4H^2O$.	3.72	3.76	3.64
	100.00	100.00	100.00

Les cristaux ont la forme de la figure 4 avec les faces : g^1 (010), m (110), $d^{1/2}$ (111), $b^{1/2}$ ($\bar{1}$11). Les faces, quoique très réfléchissantes, sont striées et donnent de multiples images ; les mesures sont donc fort médiocres :

$$0.9601 : 1 : 0.4115 ; \gamma = 94° 5'.$$

	Angles	Calculés	Mesurés
mm	$(1\bar{1}0\ 110)$	92° 28′	92°
$d^{1/2}d^{1/2}$	$(11\bar{1}\ 111)$	—	* 139° 36′
$d^{1/2}m$	$(111\ 110)$	122° 51′	123°
$b^{1/2}d^{1/2}$	$(\bar{1}\bar{1}1\ 111)$	—	* 118° 40′
$b^{1/2}d^{1/2}$	$(\bar{1}11\ 111)$	—	* 136° 48′
$b^{1/2}b^{1/2}$	$(\bar{1}\bar{1}1\ \bar{1}11)$	137° 38′	137° 30′
$b^{1/2}m$	$(\bar{1}11\ \bar{1}10)$	118° 29′	118° 24′

Les cristaux se brisent dès qu'on veut les tailler ; je n'ai donc pas pu en déterminer les propriétés optiques. On peut dire seulement que le plan des axes est parallèle au plan de symétrie et les axes très écartés :

26. $Fe^2 6C^2O^4Na^6, 9H^2O$.

Graham et Rammelsberg avaient trouvé $9H^2O$. M. Eder et Valenta (1) ont conclu de leurs cinq analyses à $11H^2O$. Ces analyses sont cependant loin d'être concordantes entre elles, surtout au point de vue du dosage de l'eau. Toute l'eau n'est, en effet, pas chassée à 100°, comme l'ont constaté ces deux savants ; mais elle est complètement, quoique lentement, chassée à 110°. Mon analyse, faite sur de très beaux cristaux pris au sortir de leur eau mère, pulvérisés et soigneusement essuyés, donne raison à l'ancienne formule.

		Trouvé	Eder et Valenta
Fe^2O^3..	17.02	16.86	16.43
$6C^2O^3$..	45,96	45.78	43.04 — 43.47
$3Na^2O$.	19.79	19.82	
$9H^2O$..	17.23	17.44	19.83 — 20.95
	100.00	99.90	

(1) *Loc. cit.*

MM. Eder et Valenta ont fait leur analyse par combustion et ont eu, comme il arrive toujours dans ces conditions, une perte en carbone et une surcharge en eau. J'ai dosé l'acide oxalique par le permanganate, l'eau, le fer et la soude sur un autre échantillon, en le chauffant avec de l'acide nitrique concentré, précipitant par l'ammoniaque et transformant le nitrate de soude en sulfate.

Les cristaux clinorhombiques sont parfaitement isomorphes avec l'aluminoxalate (5) et le chromoxalate (16) correspondants. Faces observées : p (001), g^1 (010), m (110), $e^{1/2}$ (021), $d^{1/2}$ (111), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$), (*fig.* 6). Clivage suivant p. Les mesures de Rammelsberg concordent très bien avec les miennes, et donnent :

$$1.3692 : 1 : 1.2010 ; \gamma = 100° 16'.$$

Murmann (1) a déterminé les constantes optiques. Plan des axes parallèle au plan de symétrie, bissectrice aiguë négative faisant 10°50′ avec l'axe vertical dans γ obtus $2E = 46°$, $\rho > v$:

27. $Fe^2 6C^2O^4Li^6,9H^2O$.

Ce composé un peu moins soluble que les composés de NH^4,K,Rb,Na, cristallise avec la plus grande facilité en très beaux cristaux tricliniques, le plus souvent maclés, à toutes les températures au-dessus de 10°. Aux températures plus basses, on a l'hydrate à $15H^2O$.

		Trouvé
Fe^2O^3..	18.95	18.78
$6C^2O^3$..	51.19	51.30
$3Li^2O$..	10.66	10.37
$9H^2O$...	19.20	19.44
	100.00	99.89

(1) *Sitzb. d. W. Ak.*, 24 (2), 172 ; 1859.

Les cristaux sont rarement simples (*fig.* 18) et présentent les, faces p (001), g^1 (010), t (110), h^2 (310), ^2h (3$\bar{1}$0), $b^{1/2}$ ($\bar{1}\bar{1}\bar{1}$), x ($\bar{3}\bar{1}$3), y ($\bar{3}$12). Clivage facile suivant ^2h.

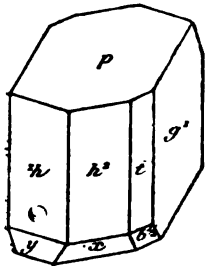


Fig. 18.

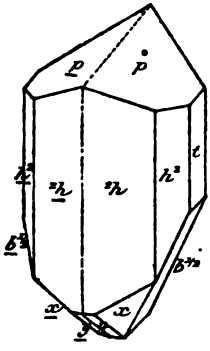


Fig. 19.

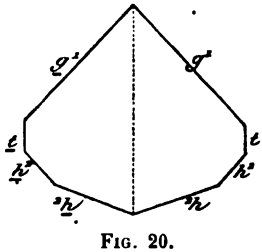


Fig. 20.

Généralement ils sont maclés par hémitropie avec plan d'assemblage parallèle et axe de rotation perpendiculaire à t (110) (*fig.* 19). Ce groupement réalise, comme le montre la figure 20, un exemple jusqu'ici inconnu d'un polyèdre cristallin sans aucun élément de symétrie et dont aucune face n'a sa parallèle :

1 . 1975 : 1 : 1.4460.

h^1g^1 (100 010) = 85° 59′ ; α = 82° 17′
pg^1 (001 010) = 98° ; β = 100° 20′
h^1p (100 001) = 112° 17′ ; γ = 113° 48

	Angles	Calculés	Mesurés
pg^1	(001 010)	—	*98°
tg^1	(110 010)	136° 27′	136° 37′
th^2	(110 310)	150° 27′	—
$^2hh^2$	(3$\bar{1}$0 310)	—	*139° 20′
h^2g^1	(310 010)	—	*106° 54′

	Angles	Calculés	Mesurés
h^2p	(310 001)	—	*115°
^2hp	($3\bar{1}0$ 001)	108° 2′	108° 10′
tp	(110 001)	111° 40′	111° 40′
$b^{1/2}p$	($\bar{1}\bar{1}1$ 001)	102° 13′	102°
$b^{1/2}g'$	($\bar{1}\bar{1}1$ $0\bar{1}0$)	132° 43′	132° 40′
xp	($\bar{3}\bar{1}3$ 001)	—	*112° 35′
xg^1	($\bar{3}\bar{1}3$ $0\bar{1}0$)	100° 33′	100° 35′
xy	($\bar{3}\bar{1}3$ $\bar{3}\bar{1}2$)	135° 45′	135° 40′
yp	($\bar{3}\bar{1}2$ 001)	142° 5′	—
yg^1	($\bar{3}\bar{1}2$ 010)	113° 27′	—

Dans la macle (*fig.* 19) :

	Angles	Calculés	Mesurés
$\underline{p}p$	(<u>001</u> 001)	136° 20′	—
$^2\underline{h}^2h$	(<u>$3\bar{1}0$</u> $3\bar{1}0$)	140° 26′	140° 36′
$\underline{g}^1g^1$	(<u>010</u> 010)	87° 6′	86° 51′
$\underline{b}^{1/2}b^{1/2}$	(<u>$\bar{1}1\bar{1}$</u> $11\bar{1}$)	67° 46′	67° 50′
$\underline{\bar{x}}\underline{x}$	(<u>$31\bar{3}$</u> $31\bar{0}$)	108° 20′	108° 30′
$\underline{y}y$	(<u>$\bar{3}1\bar{2}$</u> $\bar{3}1\bar{2}$)	163° 10′	163°

Si l'on échange les paramètres *a* et *c*, on a un rapport très voisin de celui du composé sodique à $9H^2O$:

1.4460 : 1 : 1.1975 Li
1.3692 : 1 : 1.2010 Na
$28.Fe^2 6C^2O^4Li^6,15H^2O$

Lorsqu'on évapore la solution du composé précédent sur de l'acide sulfurique, au voisinage de 0°, on obtient facilement de gros cristaux également tricliniques, mais d'une tout

autre forme. Ils sont extrêmement efflorescents et doivent être analysés sitôt sortis de leur eau mère.

		Trouvé
Fe^2O^3.....	16.81	16.67
$6C^2O^3$.....	45.38	45.58 p. diff.
$3Li^2O$.....	9.45	9.50
$15H^2O$.....	28.36	28.25
	100.00	100.00

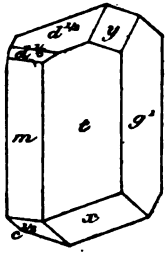


Fig. 21.

Faces observées : g^1(010), m($\bar{1}$10), t(110), $d^{1/2}$($\bar{1}$11), $d^{1/6}$ (3$\bar{3}$1), $c^{1/2}$(1$\bar{1}$1), y(131), x($\bar{1}$3$\bar{1}$) (*fig.* 21) :

0.4572 : 1 : 0.1998.

h^1g^1 (100 010) = 93° 23′ ; α = 94° 4′
pg' (001 010) = 84° 56′ ; β = 84° 30′
ph' (001 100) = 95° 29′ ; γ = 95° 50′

	Angles	Calculés	Mesurés
mt	(1$\bar{1}$0 110)	—	*130° 57′
mg^1	(1$\bar{1}$0 0$\bar{1}$0)	—	*111° 34′
$d^{1/2}m$	(1$\bar{1}$1 1$\bar{1}$0)	—	*120° 56′
$d^{1/2}g^1$	(1$\bar{1}$1 0$\bar{1}$0)	—	*103°
$d^{1/2}c^{1/2}$	(1$\bar{1}$1 $\bar{1}$11)	—	*130° 4′

	Angles	Calculés	Mesurés
$d^{1/2}d^{1/6}$	$(1\bar{1}1\ 3\bar{3}1)$	154° 41	154° 50′
$d^{1/2}y$	$(1\bar{1}1\ 131)$	141° 46′	141° 50′
yg^1	(131 010)	115° 14′	115° 10′
$c^{1/2}g^1$	$(\bar{1}11\ 010)$	94° 34′	94° 30′
xg^1	$(\bar{1}\bar{3}1\ 0\bar{1}0)$	124° 5′	124°
$xc^{1/2}$	$(\bar{1}\bar{3}1\ \bar{1}11)$	141° 21′	—

B. — *Composés doubles.*

29. $Fe^2 6C^2O^4K^3$ Na.

M. Kehrmann (1) a préparé et analysé ce composé auquel il a donné la formule $Fe^2 6C^2O^4K^4Na^2$. J'ai analysé plusieurs échantillons provenant de préparations différentes, les uns cristallisés à la température ordinaire par refroidissement d'une solution chaude, les autres par évaporation à 30°-40° et toujours trouvé le rapport K : Na = 5 : 1.

Contrairement à l'affirmation de M. Kehrmann, le composé peut être recristallisé à froid ou à chaud sans aucune décomposition. Il est très remarquable par sa résistance à l'action de la lumière. On sait que tous les ferrioxalates jaunissent à la lumière en se réduisant et se transformant en oxalates ferreux. Il semble donc que ce soit l'eau qu'ils contiennent qui joue le principal rôle dans cette décomposition, car le composé rubidique, également anhydre, se conserve aussi très bien à la lumière :

		Trouvé			
		I	II	III	Kehrmann
Fe^2O^3...	18.65	18.67	18.78	18.68	18.68
$6C^2O^3$...	50,35	50.40	50.70	50.43	50.75
$2^{1/2}K^2O$.	27.39	27.69	26.78	27.05	22.40
$^1/_2Na^2O$.	3.61	3.44	3.70	3.85	7.26
	100.00	100.28	99.96	100.01	99.69

(1) *Loc. cit.*

Les cristaux, d'un vert très foncé, ont, en général, la forme d'un dodécaèdre rhomboïdal, modifié parfois par de petites facettes de l'octaèdre et du leucitoèdre. Ils agissent sur la lumière polarisée, mais cette action est si faible qu'on ne l'aperçoit qu'avec des cristaux ayant plusieurs millimètres d'épaisseur :

30. $Fe^2 6C^2O^4Rb^5Na$.

En tous points semblable au précédent. Peut également être recristallisé sans décomposition.

		Trouvé
Fe^2O^3....	14.69	14.71
$6C^2O^3$....	39.65	39.71
$2^1/^2Rb^2O$.	42.81	42.72
$^1/^2Na^2O$..	2.85	2.94
	100.00	100.08

Les cristaux, qui atteignent parfois 1 centimètre de côté, prennent le plus souvent la forme de l'octaèdre parfois modifié par de minces facettes du dodécaèdre rhomboïdal. Ils agissent faiblement sur la lumière polarisée.

La solution primitive dans laquelle s'étaient déposés ces cristaux contenait un mélange très approximativement equimoléculaire des deux composés simples. On a décanté l'eau mère qui contenait un notable excès du composé sodique, et on a continué l'évaporation à 25°. Il s'est déposé, au bout de quelque temps des cristaux hydratés ayant la forme du composé sodique (*fig.* 6). Leur analyse montre qu'ils contiennent un mélange isomorphe de 63,48 0/0 de $Fe^2 6C^2O^4Na^6,9H^2O$ et 36,52 0/0 de $Fe6C^2O^4Rb^6,9H^2O$, ce dernier n'existant pas, d'ailleurs, à l'état pur et cristallisant à toutes les températures avec $6H^2O$:

		Trouvé
Fe^2O^3.....	15.25	15.18
C^2O^3.....	41.18	40.98
RbO^2.....	15.57	15.55
Na^2O.....	12.56	12.93
H^2O.....	15.44	15.36 p. diff.
	100.00	100.00
$8HO^2$ à 110°	13.72	13.81

Les cristaux possèdent les mêmes faces que le composé sodique, mais, chose curieuse, ils sont beaucoup plus sensibles à l'action de la lumière. Conservés dans un tube bouché à la lumière diffuse, ils ont commencé très rapidement à jaunir, tandis que tous les autres ferrioxalates tant simples que doubles n'ont subi dans les mêmes conditions aucune modification.

Les deux composés $Fe^26C^2O^4K^5Na$ et $Fe^26C^2O^4Rb^5Na$, sont les seuls, parmi les nombreux composés que j'ai préparés, qui soient anhydres. Les aluminoxalates et les chromoxalates non seulement ne donnent pas de composés analogues, mais on ne peut même pas les faire entrer dans des mélanges isomorphes avec les ferrioxalates. Tout au plus obtient-on, en faisant cristalliser ensemble des solutions renfermant pour 1 molécule de $Fe^26C^2O^4K^5Na$, 2 à 3 molécules d'un mélange correspondant à $Al^26C^2O^4K^5Na$, des cristaux renfermant 10 0/0 de ce dernier sel. J'ai trouvé, en effet, 16.58 0/0 de Fe^2O^3 et 1.24 0/0 de Al^2O^3, ce qui correspond à 90.17 0/0 de ferrioxalate pour 9.83 0/0 d'aluminoxalate.

A côté de ces cristaux anhydres il se dépose en grande quantité de gros cristaux hydratés vert pâle, présentant la forme du leucitoèdre et renfermant jusqu'à 29.89 0/0 de $Fe^824C^2O^4Na^{19}K^5,32H^2O$, qui n'existe pas à l'état pur, et de 70.11 0/0 de $Al^824C^2O^4Na^{19}K^5,32H^2O$. L'analyse du pro-

duit le plus riche en fer m'a donné en effet :

		Trouvé
Fe^2O^3....	5.10	5.01
Al^2O^3....	8.13	8.21
C^2O^3.....	48.25	47.81
Na^2O.....	15.88	16.12
K^2O.....	6.56	6.38
H^2O	16.08	16.32
	100.00	99.85

Dans les mélanges avec le chromoxalate, les cristaux anhydres sont du ferrioxalate ne renfermant que des traces de Cr^2O^3; en revanche, les cristaux hydratés en forme de leucitoèdres d'un noir sale, presque opaques, même en lames minces, peuvent contenir jusqu'à 44,63 0/0 de

$$Fe^{8}24C^2O^4Na^{19}K^5,32H^2O\ ;$$

car j'ai trouvé 7.49 0/0 de Fe^2O^3 et 8.88 0/0 de Cr^2O^3. Il résulte de ces divers essais que les composés du type $R^26C^2O^4R^5R'$ n'ont aucune tendance à se produire dans les aluminoxalates et les chromoxalates, tandis que les composés du type $R^824C^2O^4R^{19}R'^5,32H^2O$ peuvent exister dans les ferrioxalates et devenir relativement assez stables au contact des composés isomorphes d'alumine et surtout de chrome :

$$31\ .\ Fe^2O^36C^2O^4\ (NH^4)^3\ Na^3,\ 7H^2O.$$

Ce composé cristallise très bien à toutes les températures et quelles que soient les proportions des sels simples mélangés. Il ne se déshydrate pas complètement à 110°; mais la dernière molécule peut être chassée sans décomposition

vers 130° :

		Trouvé
Fe^2O^3.....	18.01	17.91
$6C^2O^3$	48.59	48.95 p. diff.
$1^{1/2}(NH^4)^2O$..	8.77	9.00
$1^{1/2}(Na^2O)$...	10.46	10.27
$7H^2O$	14.17	13.87
	100.00	100.00
$6H^2O$ à 110°.	12.15	12.35

Les cristaux ont, en général, l'aspect de la figure 12 et sont isomorphes avec l'aluminoxalate et le chromoxalate correspondants. Faces observées : g^1 (010), h^1(100), $h^{5/3}$(410), o^1 (101), $x(\bar{2}12)$. Clivage facile suivant g^1 :

$$1.2169 : 1 : 0.8457 ; \gamma = 91° 17.$$

$h^{5/3}h^{5/3}$	$(4\bar{1}0\ 410)$	163°5	163°
h^1o^1	(100 101)	—	* 125° 40′
xg^1	$(\bar{2}12\ 010)$	—	* 109° 20′
yh^1	$(\bar{2}12\ \bar{1}00)$	121° 47′	122°
xx	$(\bar{2}\bar{1}2\ \bar{2}12)$	141° 20′	141° 20′
xo^1	$(\bar{2}10\ 101)$	—	* 108° 10′

Plan des axes optiques et bissectrice aiguë négative perpendiculaires au plan de symétrie. La bissectrice obtuse fait un angle de 13° avec une normale à h^1 (100) et un angle de 77° avec l'axe vertical dans l'angle obtus γ, 2E = 83°. Biréfringence très forte. Dispersion faible $\rho > v$.

Lorsqu'on a évaporé la solution à des températures inférieures à 25°, les cristaux se conservent très bien. Les cristaux obtenus à des températures supérieures prennent, au bout de quelques minutes, un aspect nacré et ne présentent plus d'extinction franche que dans un petit nombre de plages

à contours fort irréguliers. Si l'on examine attentivement ces plages, on constate que, dans quelques-unes d'entre elles, le plan des axes fait, comme dans les cristaux obtenus à froid, 77° avec l'arête h^1g^1 ; dans d'autres, cet angle est de 87° (*fig.* 22). Si l'on chauffe aussi bien les cristaux demeurés

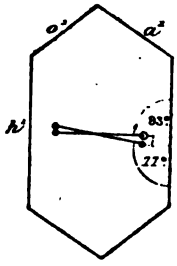


Fig. 22.

homogènes que les cristaux transformés au sortir de l'eau mère, une modification brusque se produit vers 60°, et le plan des axes se trouve dans tous les deux à 3° de la normale à h^1. La biréfringence et l'écartement des axes sont d'ailleurs restés les mêmes. Une température plus élevée n'amène plus de modification à ces propriétés jusqu'au moment où le corps commence à se déshydrater; il perd alors $6H^2O$. Le plan des axes devient rigoureusement perpendiculaire à h^1g^1, la biréfringence et l'écartement diminuent notablement. La transformation dimorphique est donc comparable ici à la première transformation qu'on observe dans le composé $Al^26C^2O^4Rb^3Na^3$, $5H^2O$, à cette différence près que la seconde forme est stable à plus basse température et qu'au sein de l'eau mère elle peut même exister à 30°.

Mais ici l'orientation que nous avons adoptée pour interpréter la persistance de l'ellipsoïde et, par conséquent, du réseau cristallin, n'est plus possible, le plan des axes de la

seconde forme n'étant plus ni parallèle, ni perpendiculaire à aucune face existante dans la première.

Si l'on cherche la face possible de la première forme dont la normale ferait avec le plan des axes l'angle de 3° observé, on trouve $o^{1/5}(501)$. En la prenant pour $h^1(100)$ et donnant aux autres faces les symboles : $o^1(101) = a^{4/3}(403)$, $h^1(100) = o^{1/2}(201)$, $\overline{2}12 = 126$, $h^{5/3}(410) = 211$, on a :

$$0.6397 : 1 : 1.1068 ; \gamma = 92° 3 ;$$

par conséquent deux axes quasi binaires et un axe quasi quaternaire. Il est vrai que, contrairement à ce que nous avons vu pour les autres composés analogues, l'approximation n'est plus ici que de 10 0/0 (le rapport théorique est 0.707 : 1 : 1) ; mais c'est vraisemblablement pour cela que la seconde transformation, celle qui amène si facilement la forme ternaibire dans le composé rubidique, ne se fait pas ici.

Il était intéressant de voir comment se comporterait, au point de vue de ces transpositions réticulaires, un mélange isomorphe du composé ferrique et du composé aluminique, qui, à l'état de pureté, ne subit aucun changement par l'action de la chaleur. J'ai donc fait un mélange équimoléculaire des composés :

$$Fe^2 6C^2O^4 (NH^4)^3 Na^3, 7H^2O \text{ et } Al^2 6C^2O^4 (NH^4)^3 Na^3, 7H^2O$$

et j'ai évaporé à 30°. La solubilité des deux corps étant, à peu de chose près, la même, j'ai obtenu des cristaux vert pâle qui m'ont donné 9.35 0/0 de Fe^2O^3 et 5.93 0/0 de Al^2O^3, ce qui correspond à 51.75 0/0 du composé ferrique et 48.25 du composé aluminique. Ces cristaux se comportent lorsqu'on les chauffe comme le ferrioxalate ; ils éprouvent

un changement de position du plan des axes dont l'écartement reste constant.

Si, dans la série des composés isomorphes $\overset{III}{R}6C^2O^4\overset{I}{R}^3\overset{I}{R}^3,nH^2O$ (n étant 5 ou 7), nous désignons par α la forme stable à la température ordinaire et caractérisée par un réseau quasi cubique avec les paramètres $\sqrt{3} : \sqrt{2} : \sqrt{6}$, par α' la même forme, mais ayant une autre position dans l'espace et les paramètres $\sqrt{2} : \sqrt{2} : 1$, enfin par β, la forme orthorhombique, qui n'est stable qu'à des températures voisines de 100°, nous constatons l'existence de quatre types distincts.

1. Composés qui donnent les trois formes α, α', β : $Al^26C^2O^4Rb^3Na^3$, $5H^2O$ et mélanges avec

$$Al^26C^2O^4\,(NH^4)^3\,Na^3, 5H^4O,$$

pouvant contenir jusqu'à 39 0/0 de ce dernier.

2. Composés ne possédant que les formes α et β : $Cr^26C^2O^4(NH^4)^3\,Na^3,7H^2O$ et mélanges avec

$$Al^26C^2O^4\,(NH^4)^3\,Na^3,\ 7H^2O,$$

pouvant contenir jusqu'à 56 0/0 du dernier.

3. Composés ne possédant que les formes α et α' : $Fe^26C^2O^4(NH^4)^3\,Na^3$, $7H^2O$ et ses mélanges avec

$$Al^26C^2O^4\,(NH^4)^3\,Na^3,\ 7H^2O,$$

contenant jusqu'à 48 0/0 de ce dernier.

4. Composés ne possédant que la forme α :

$$Al^26C^2O^4\,(NH^4)^3\,Na^3,\ 7\ (\text{ou } 5H^2O).$$

Ces différences de propriétés tiennent-elles aux dimensions du réseau, qui peut être plus ou moins rapproché de

celui d'un cube? Cela est probable, mais l'imperfection des faces ne permet malheureusement pas ici de faire des mesures quelque peu précises.

Le tableau suivant donne une vue d'ensemble sur les composés étudiés dans les pages précédentes:

Aluminoxalates.

A. Simples	B. Doubles
1. $Al^2 6C^2O^4 (NH^4)^6 6H^2O$	9. $Al^8 24C^2O^4Na^{19}K^5, 32H^2O$
2. $Al^2 6C^2O^4K^6, 6H^2O$	10. $Al^2 6C^2O^4Rb^3Na^3, 5H^2O$
3. $Al^2 6C^2O^4Rb^6, 6H^2O$	11. $Al^8 24C^2O^4Rb^{14}Na^{30}, 23H^2O$
4. $Al^2 6C^2O^4Tl^6. 4H^2O$	12. $Al^4C^2O^4 (NH^4)^3 Na^3, 7H^2O$ (ou $5H^2O$)
5. $Al^2 6C^2O^4Na^6, 9H^2O$	
6. $Al^2 6C^2O^4Na^6, 5H^2O$	
7. $Al^2 6C^2O^4Li^6, 11H^2O$	
8. $Al^2 6C^2O^4Li^6, 19H^2O$	

Chromoxalates.

A. Simples	B. Doubles
13. $Cr^2 6C^2O^4(NH^4)^6 6H^2O$	19. $Cr^8 24C^2O^4Na^{19}K^5, 32H^2O$
14. $Cr^2 6C^2O^4K^6, 6H^2O$	20. $Cr^2 6C^2O^4(NH^4)^3Na^3, 7H^2O$
15. $Cr^2 6C^2O^4Rb^6, 6H^2O$	21. $Cr^2 6C^2O^4Rb^3Na^3, 7H^2O$
16. $Cr^2 6C^2O^4Na^6, 9H^2O$	
17. $Cr^2 6C^2O^4Li^6, 11H^2O$	
18. $Cr^2 6C^2O^4Li^6, 17H^2O$	

Ferrioxalates.

A. Simples	B. Doubles
22. $Fe^2 6C^2O^4K^6, 6H^2O$	29. $Fe^2 6C^2O^4K^5Na$
23. $Fe^2 6C^2O^4(NH^4)^6, 6H^2O$	30. $Fe^2 6C^2O^4Rb^5Na$
24. $Fe^2 6C^2O^4Rb^6, 6H^2O$	31. $Fe^2 6C^2O^4(NH^4)^3Na^3, 7H^2O$
25. $Fe^2 6C^2O^4Tl^6, 4H^2O$	
26. $Fe^2 6C^2O^4Na^6, 9H^2O$	
27. $Fe^2 6C^2O^4Li^6, 9H^2O$	
28. $Fe^2 6C^2O^4Li^6, 15H^2O$	

De l'étude de cette longue série de composés divers on peut tirer quelques conclusions, que je vais résumer brièvement.

Au point de vue purement chimique, on constate que le fer se comporte, dans ces composés, autrement que le chrome et l'aluminium; il forme à la température ordinaire, des corps anhydres qui n'existent à aucune température dans la série des composés de l'alumine et de l'oxyde de chrome. Ces sortes de particularités, qui tiennent évidemment aux propriétés les plus intimes des éléments chimiques, échappent, présentement du moins, à toute explication. On remarquera pourtant que la molécule Fe^2O^3, extrêmement instable en combinaison avec l'acide oxalique, puisqu'elle passe facilement à l'état de FeO sous l'influence de la chaleur et même de la lumière, devient très stable lorsque l'oxalate ne contient pas d'eau.

Il n'est donc pas invraisemblable de supposer que la molécule chimique tend ici, comme dans un grand nombre de cas analogues d'ailleurs, à réaliser la combinaison la plus stable, de même que la particule cristalline tend toujours vers les formes voisines de la symétrie terquaternaire.

A ce même point de vue, il n'est pas sans intérêt de remarquer que le rubidium se rapproche de l'ammonium et non du potassium, sauf dans le cas des ferrioxalates doubles où les propriétés particulières du radical acide l'emportent sur les propriétés de l'élément basique. Ce n'est pas là un fait isolé et, contrairement à l'opinion courante, c'est ainsi que le rubidium se comporte en général, du moins, dans les composés où il n'existe pas une même série isomorphe pour K, Rb, NH^4.

J'appellerai enfin l'attention sur le rôle particulier que joue le lithium dans tous ces oxalates complexes. Non seulement il se distingue des autres métaux alcalins aussi bien par l'hydratation que par la forme cristalline de ses sels,

mais encore *il ne forme avec aucun d'eux de composés doubles*. Je ne veux certes pas tirer de là un nouvel argument en faveur de la bivalence du lithium; mais on reconnaîtra que ces caractères ne sont pas de nature à infirmer la thèse que j'ai soutenue dans mes recherches sur les silicotungstates.

Au point de vue plus spécialement cristallographique, plusieurs faits fort curieux doivent être retenus. En premier lieu cette singulière propriété du composé $Al^2 6C^2O^4(NH^4)^3 Na^3, 7H^2O$ de perdre à l'air 2 molécules d'eau sans subir aucune déformation physique. Sans doute des faits analogues ont déjà été signalés et, en particulier, les étranges particularités de quelques zéolithes, si exactement étudiées par M. G. Friedel (1) et de deux substances artificielles préparées par lui.

Mais, dans tous les cas connus jusqu'ici, le départ de l'eau, amenait des modifications plus ou moins notables dans les dimensions de l'ellipsoïde optique et, par conséquent, dans le réseau cristallin dont cet ellipsoïde est la représentation physique. Rien de semblable ne s'observe ici. Les directions des extinctions restent les mêmes, et les couleurs de polarisation dans les lames très minces conservent leur valeur. Il faut donc bien admettre qu'à côté de l'eau de constitution nécessaire à l'existence d'une certaine molécule chimique et de l'eau de cristallisation nécessaire à l'existence d'un certain réseau cristallin, il peut exister encore une eau d'un genre spécial et dont la fonction reste jusqu'ici complètement indéterminée. Nos connaissances sur la constitution des hydrates sont d'ailleurs à peu près nulles, la chimie se désintéressant complètement de ces composés, qui ne rentrent pas dans les formules considérées aujourd'hui

(1) *Bull. Soc. Min.*, 29, 5 et 363; — 1896, 20, 122; 1897.

comme représentant la structure moléculaire. Cet état précaire durera tant que durera d'une façon exclusive la théorie de la valence. Cette théorie, grandement utile sans doute et fort juste à bien des égards, a le grave tort d'avoir à sa base une proposition inacceptable. Elle admet en effet que l'affinité chimique d'un atome ou d'une molécule est épuisée, lorsque la valence est complètement satisfaite. Cela est contraire au bon sens, cela est contraire aux faits, cela est même contraire à la théorie atomique telle qu'elle se présente de nos jours. La molécule SO^2 peut, par simple addition d'oxygène, se transformer en SO^3 et en S^2O^7. Quel droit avons-nous de dire que l'acide sulfureux est un composé saturé? D'après les idées admises, la molécule SO^4Na^2 n'aurait plus d'activité chimique, puisque les trois éléments qui la composent ont leurs valences pleinement satisfaites. Et pourtant elle se combine avec un dégagement de chaleur considérable, à plus que son poids d'eau pour former l'hydrate $SO^4Na^210H^2O$ et entre en combinaison en dégageant de la chaleur aussi, avec un grand nombre d'autres molécules également saturées. On a imaginé, pour les cas de ce genre, les « valences supplémentaires » et les « composés moléculaires ». Ce sont là des mots heureux qui cachent habilement la difficulté sans donner aucun moyen de la résoudre. Grâce à ces artifices de langage et grâce à la profonde scission existant encore entre la chimie minérale et la chimie du carbone, grâce aussi à ce que la chimie organique poursuit actuellement bien plus l'étude des faits particuliers que l'examen des doctrines générales, on a pu se contenter jusqu'ici de la théorie fort insuffisante de la valence. Mais voici venir de tous côtés des faits qu'elle ne peut ni interpréter ni même concevoir, et ces faits, qui se rencontrent dans les composés les plus divers, ne sont certainement ni des exceptions ni des singularités. Un très

grand nombre de corps, plus ou moins déshydratés et devenus opaques reprennent leur transparence sitôt qu'ils sont humectés d'une goutte d'un liquide inerte quelconque, servant à remplir les fissures qui se sont produites.

Il est donc certain que, dans des cas nombreux, l'eau peut s'éliminer plus ou moins complètement sans *détruire* le réseau cristallin ; l'exemple que j'apporte aujourd'hui montre qu'une élimination partielle peut même se faire sans *modifier* ce réseau. Mais il ne s'ensuit nullement que cette eau « mobile » soit retenue dans le composé par des forces autres que les forces chimiques, qui seraient intermédiaires entre la cohésion et l'affinité, comme l'a soutenu récemment M. G. Friedel(1). Cette eau est incontestablement chimique, puisqu'elle est en proportions définies et ne se distingue pas, en somme, d'une manière essentielle, de toute autre eau de cristallisation.

L'énergie avec laquelle l'eau est retenue dans les combinaisons est extrêmement variable, et depuis les corps qui s'effleurissent à 0° jusqu'à ceux qui ne se déshydratent qu'au voisinage du rouge, il existe tous les intermédiaires possibles. Cela prouve seulement, ce qui ne saurait d'ailleurs nous étonner, que l'affinité pour l'eau est différente pour chaque composé et peut même devenir faible au point de ne pouvoir plus être mesurée que par les méthodes les plus précises. On conçoit, d'autre part, que deux composés comme $Al^2 6C^2O^4 (NH^4)^3 Na^3, 7H^2O$ et $Al^2 6C^2O^4 (NH^4)^3 Na^3, 5H^2O$, qui passent de l'un à l'autre avec des effets thermiques presque nuls, puissent être rigoureusement isomorphes dans les limites des erreurs de nos observations.

Cette question ne pourra être définitivement résolue que lorsque nous connaîtrons mieux un plus grand nombre de

(1) *Bull. Soc. Min.*, 19, 11 ; 1896.

corps de ce genre; je la signale seulement aujourd'hui à l'attention de ceux qui s'intéressent aux problèmes délicats de la physique moléculaire.

Non moins curieuse est la transformation que les composés du type $\overset{III}{R^2}6C^2O^4\overset{I}{R^6},7H^2O$ éprouvent par l'action de la chaleur avant de se déshydrater; elle apporte un élément nouveau à nos connaissances sur le polymorphisme. Un corps n'est considéré comme dimorphe que s'il possède deux réseaux différents qui peuvent être voisins, mais qui sont toujours incompatibles; or ici, malgré la brusquerie de la transformation et sa réversibilité, les deux réseaux sont identiques.

Cette identité se constate non par la valeur des angles dont la mesure n'est jamais que grossièrement approximative, mais par la conservation de l'ellipsoïde optique. Quelles que soient les conceptions qu'on se fasse sur la structure cristalline, il faut bien admettre cette notion fondamentale que tout réseau cristallin est caractérisé. par un certain ellipsoïde. Réseau et ellipsoïde sont deux notions connexes, inséparables, dont l'une se rapporte à la distribution discontinue de la matière dans un milieu cristallisé et l'autre aux phénomènes continus qui se passent dans le même milieu; ce sont là deux représentations géométriques d'un même fait envisagé à deux points de vue différents, statique d'une part, dynamique de l'autre. Méconnaître ce principe, affirmer, comme on l'a fait plus d'une fois, qu'un corps peut devenir biréfringent sans cesser d'être cubique, c'est enlever à la théorie générale des corps cristallisés la seule base scientifique qu'elle possède, et rendre d'avance stériles toutes nos études des faits particuliers.

Si l'on part de cette idée primordiale, à mon avis incontestable, que tout réseau ne peut posséder qu'un seul ellip-

soïde optique et que toute variation de l'ellipsoïde indique une modification grande ou petite du réseau, nous sommes amenés à conclure que, dans le cas qui nous occupe, le réseau est demeuré le même et que la transformation observée n'a consisté que dans son déplacement dans l'espace. Un semblable déplacement ne peut évidemment se produire que dans des corps quasi-cubiques possédant un grand nombre d'axes de quasi-symétrie d'ordres divers; mais on sait que la plupart des substances, sinon toutes, ont des formes qui s'éloignent peu du cube, et il est probable que le phénomène observé dans les composés $\overset{III}{R^2}6C^2O^4(NH^4)^3Na^3,nH^2O$ se retrouveront dans un grand nombre d'autres substances, lorsqu'on aura pris l'habitude d'examiner, plus qu'on ne fait jusqu'ici, l'action de la chaleur sur les corps cristallisés.

Il me reste à dire, en terminant ce long mémoire, quelques mots sur le pléochroïsme que présentent les chromoxalates. Ce pléochroïsme, en général considérable, est très variable d'un composé à l'autre et atteint son maximum dans les composés de K,NH^4,Rb à $6H^2O$ avec le bleu foncé suivant l'axe vertical, le bleu verdâtre suivant *a* et le rouge suivant *b*. Les cristaux sont toujours allongés suivant l'axe vertical et paraissent bleus. C'est d'après cette couleur, observée dans les composés potastique et ammonique les plus anciennement connus, qu'on a donné à toute la série le nom de « série bleue » pour les distinguer des sels $\overset{III}{R^2}4C^2O^4\overset{I}{R^2}$, qui constituent la série « rouge ». En réalité, leur couleur propre n'est nullement le bleu, mais le violet, comme on le voit dans le composé double $Cr^{8}24C^2O^4Na^{19}K^5,32H^2O$, qui est pseudo-cubique, très peu biréfringent et ne possède pas de pléochroïsme. Quelques-uns des composés, celui de sodium à $9H^2O$ et celui de lithium à $17H^2O$ paraissent rouges,

parce que la base est la face la plus développée et que le rouge est suivant l'axe *b* et le bleu verdâtre suivant *a* ; ou bien encore le composé double sodico-ammonique à $7H^2O$, qui est en minces tables suivant *g* et dans lequel le rouge est suivant *c* et le bleu verdâtre suivant *a*. D'autres composés à pléochroïsme faible, comme le sel lithique à $11H^2O$, paraissent violets. Le phénomène ne dépend certainement pas ici de la quantité de chrome existant dans la molécule, comme M. Hartley l'avait pensé ; car, dans le composé rubidique, qui ne renferme que 12.19 0/0 de Cr^2O^3, le pléochroïsme est très intense, et qu'il est très faible dans le composé lithique, qui en renferme 17.50 0/0.

Note sur la forme cristalline de quelques oxalates alcalins.

PAR M. G. WYROUBOFF.

A l'occasion de mes recherches sur les oxalates doubles, j'ai examiné quelques-uns des oxalates alcalins depuis fort longtemps connus, et me suis aperçu, non sans quelque étonnement, que la plupart d'entre eux n'avaient été qu'incomplètement étudiés et qu'il existait pour quelques-uns, de regrettables confusions. Je vais les passer rapidement en revue.

1. — *Bioxalate d'ammoniaque.*

$$C^2O^4(NH^4)\,H,H^2O.$$

Rammelsberg donne pour ce sel, qui est orthorhombique, un clivage suivant g^1 (010) (1). Cette indication, empruntée à

(1) *Handb. d. Kryst. Chemie*, II, p. 40 (1882).

de La Provostaye, est inexacte; un clivage, très facile d'ailleurs, existe suivant la face e^1 (011).

Les propriétés optiques, qui n'ont jamais été déterminées, sont les suivantes: Plan des axes parallèles à h^1 (100). Bissectrice aiguë négative perpendiculaire à p (001). Biréfringence forte, 2E = 22° 32'. Dispersion faible $\rho < v$.

2. — *Oxalate neutre de potassium.*

$C^2O^4K^2,H^2O$.

De La Provostaye, qui a mesuré ce sel, a montré qu'il était clinorhombique et nullement isomorphe avec le sel ammonique correspondant. Ses propriétés optiques n'ont pas été décrites. Plan des axes parallèle au plan de symétrie; la bissectrice aiguë négative fait un angle de 40° 45' avec l'axe vertical dans l'angle γ obtus. Biréfringence très considérable, 2Ha = 97. Dispersion inappréciable.

3. — *Bioxalate de potassium anhydre.*

C^2H^4KH.

Il existe deux oxalates acides de potassium; l'un, qui cristallise au-dessus de 15°, est anhydre et clinorhombique, l'autre qu'on n'obtient qu'aux basses températures en cristaux efflorescents avec 1 molécule d'eau et qui est orthorhombique. On les a plus d'une fois confondus, attribuant la formule de l'un à la forme cristalline de l'autre (1). Cette confusion vient de ce que Rammelsberg avait fait jadis une analyse inexacte et une détermination cristallographique erronée du sel anhydre. Analyse et détermination ont été

(1) Groth, *Phys. Krystall.*, 3e éd., p. 370.

corrigées plus tard par Marignac; mais la fausse formule avait eu le temps de pénétrer dans tous les ouvrages classiques. En réalité, le sel est anhydre et donne à la calcination 53 80 0/0 de $CO^3 K^2$ (th. 53.90). En adoptant l'orientation choisie par Rammelsberg, dans la seconde édition de son ouvrage (p. 42), et différente de celle de Marignac, qui avait l'inconvénient de donner des axes extrêmement inclinés, on a :

$$0.61947 : 1 : 0.33588 ; \gamma = 110° 19',$$

avec les faces $h^1(100)$, $g^1(010)$, $m(110)$, $o^1(101)$, $a^1(\bar{1}01)$, $e^1(011)$, $e^{1/2}(021)$, $d^{1/2}(111)$. Le plan des axes optiques est perpendiculaire au plan de symétrie, la bissectrice aiguë négative fait un angle de 43° avec l'axe vertical dans l'angle obtus γ; elle est donc à peu près perpendiculaire à la face $o^1(101)$, qui est la direction du clivage le plus facile, le second clivage étant parallèle à $g^1(010)$. Biréfringence très forte, $2V = 37°13'$ $\beta = 1.4945$. Dispersion très faible $\rho < v$.

Il me parait préférable d'orienter autrement les cristaux, de façon à avoir des axes moins inclinés. Il suffit de faire $o^1(101) = h^1(100)$ $h^1(100) = a^1(\bar{1}01)$, $a^1(\bar{1}01) = o^2(102)$, $m(110) = b^{1/2}(\bar{1}11)$, $d^{1/2}(111) = h^2(310)$, $e^1(011) = (211)$, $e^{1/2}(021) = d^{1/2}(221)$; on a alors :

$$0.7388 : 1 : 1.1676 ; \gamma = 98° 20'.$$

La bissectrice aiguë ferait, dans cette nouvelle orientation avec l'axe vertical, un angle de 89° 31' dans l'angle obtus γ.

4. — *Bioxalate de potassium hydraté.*

C^2O^4KH,H^2O.

Cristaux orthorhombiques, qu'on obtient par évaporation ou, mieux, par refroidissement au-dessous de 15°. Les mesures de Rammelsberg conduisent aux paramètres

0.4590 : 1 : 0.1959,

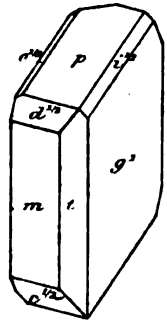
avec les faces g^1 (010), m(110), g^3(120), $b^{1/2}$ (111) et (311).

Il existe un clivage facile suivant g^1(010), que Rammelsberg ne signale pas. La bissectrice aiguë négative est perpendiculaire à ce clivage, et le plan des axes parallèle à p(001), 2E = 75° 40′. Biréfringence très forte. Dispersion inappréciable.

5. — *Bioxalate de sodium.*

C^2O^4NaH,H^2O.

Ce sel, assez peu soluble, a été analysé et mesuré par



Loschmidt(1), qui l'a décrit comme clinorhombique. C'est là

(1) *Sitz. Wien Ak.* (2), 51, p. 10; 1865.

une erreur cristallographique qu'on s'explique d'autant moins que la figure très exacte qui accompagne le mémoire de M. Loschmidt et le clivage constaté par lui *sur une seule face* prismatique indique nettement que la substance est triclinique.

Des cristaux obtenus par évaporation à 30° m'ont donné d'assez bonnes mesures qui permettent de déterminer, avec une suffisante exactitude, les dimensions de la forme primitive. Faces observées : $p(001)$, $g^1(010)$, $m(1\bar{1}0)$, $t(110)$, $i^{1/2}(021)$, $e^{1/2}(0\bar{2}1)$, $d^{1/2}(1\bar{1}1)$.

$$0.5913 : 1 : 0.6073$$

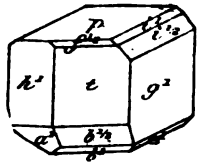
$$h^1g^1\ (100\ 010) = 76°20'\ \alpha = 75°46'$$
$$pg^1\ (001\ 010) = 90°38'\ \beta = 94°$$
$$h^1p\ (100\ 001) = 103°54'\ \gamma = 104°27'$$

	Angles	Calculés	Mesurés	Loschmidt
pg^1	(001 010)	90° 32′	90° 30′	—
$pe^{1/2}$	(001 0$\bar{2}$1)	129° 25′	129° 21′	—
$pi^{1/2}$	(001 021)	129° 46′	129° 43′	—
mt	(1$\bar{1}$0 110)	—	*121°	121°
tg^1	(110 010)	—	*109° 10′	109° 24′
mp	(1$\bar{1}$0 001)	—	*100° 42′	101° 24′
tp	(110 001)	—	*103° 48′	104° 24′
$d^{1/2}p$	(1$\bar{1}$1 001)	—	*133° 32′	133° 56′
$d^{1/2}t$	(1$\bar{1}$1 110)	120° 47′	120° 48′	121° 12′
$d^{1/2}g^1$	(1$\bar{1}$1 0$\bar{1}$0)	117° 52′	117° 53′	117° 56′

6. — *Tétraoxalate de rubidium.*
$(C^2O^4)^4\ H^6Rb^2$.

Ce sel cristallise avec la plus grande facilité. Une solution de bioxalate renfermant un léger excès d'acide oxalique m'a donné par refroidissement quelques grammes de ce sel en cristaux, assez petits, mais très nets et très réfléchissants. Ils m'ont donné, à la calcination, 43.60 0/0 de CO^3Rb^2

(th. 43.43 0/0). Depuis longtemps observés par M. Grandeau, ils n'ont jamais été mesurés; ils sont d'ailleurs parfaitement isomorphes avec les sels potassique et ammonique



correspondants. Faces observées : p (001), h^1 (100), g^1 (010), h^3 (210), t (110), a^1 ($\bar{1}01$), e^1 ($0\bar{1}1$), i^1 (011), $i^{1/2}$ (021), $f^{1/2}$ (111), $b^{1/2}$ ($\bar{1}\bar{1}1$), b^1 ($\bar{1}\bar{1}2$).

0.5858 : 10.6732

*h^1g^1 (100 010) = 79° ; α = 79° 44′
*pg^1 (001 010) = 84° 6′ ; β = 85° 38′
*hp^1 (100 001) = 98° 46′ ; γ = 97° 49′

Angles		Calculés	Mesurés
tg^1	(110 010)	111° 44′	111° 36′
h^3h^1	(210 100)	163° 4′	163° 10′
e^1p	($0\bar{1}1$ 001)	147° 43′	147° 36′
i^1p	(011 001)	143° 56′	143° 54′
$i^{1/2}p$	(021 001)	122° 27′	122° 24′
$f^{1/2}p$	(111 001)	132° 2′	132° 5′
$b^{1/2}p$	($\bar{1}\bar{1}1$ 001)	—	*125° 57′
$b^{1/2}h'$	($\bar{1}\bar{1}1$ $\bar{1}00$)	—	*125° 41′
b^1p	($\bar{1}\bar{1}2$ 001)	147°	146° 57′
$b^{1/2}b^1$	($\bar{1}\bar{1}1$ $\bar{1}\bar{1}2$)	158° 57′	159°
a^1p	($\bar{1}01$ 001)	125° 29′	125° 40′
a^1i^1	($\bar{1}01$ 011)	123° 42′	123° 40′
$ab^{1/2}$	($\bar{1}01$ $\bar{1}\bar{1}1$)	153° 30′	153° 20′

Le Secrétaire gérant,
PAUL GAUBERT.

Tours. — Imprimerie DESLIS FRÈRES.

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE MINÉRALOGIE

ANNÉE 1900. — BULLETIN N° 6.

Compte Rendu de la séance du 14 juin 1900.

PRÉSIDENCE DE M. AD. CARNOT.

M. L. BOURGEOIS donne lecture de la circulaire relative à la visite que fera la Société à l'Exposition, le 24 juin 1900.

M. DUFET fait la communication suivante :

Sur une nouvelle espèce minérale, la céruléite.

Par M. H. DUFET.

J'ai rencontré, dans un lot de minéraux du Chili, une substance qui me paraît constituer une espèce nouvelle. Elle provient de Huanaco (province de Taltal), de la mine Emma Luisa.

Ce minéral, pour lequel je propose le nom de *céruléite*, à cause de sa couleur, constitue une masse d'un bleu turquoise, d'aspect argileux, formée de cristaux d'une extrême peti-

tesse, en forme de bâtonnets longs de quelques millièmes de millimètre, et dont l'épaisseur est à peine de 1/10000 de millimètre. Isolés, ils ne produisent évidemment aucune action sur la lumière polarisée; mais, agglomérés en grains d'un centième de millimètre, rendus plus transparents par la naphtaline bromée, ils dépolarisent très nettement. La masse paraît complètement homogène et entièrement cristallisée.

La densité est égale à 2,803.

Ce corps est un arséniate hydraté de cuivre et d'alumine, répondant exactement à la formule :

$$CuO \,.\, 2Al^2O^3 \,.\, As^2O^5,$$

avec 8 à 8,5 molécules d'eau.

Voici le résultat de l'analyse :

As^2O^5.....	34.56
Al^2O^3.....	31.26
CuO.....	11.80
H^2O.....	22.32
	99.94

Cette analyse, rapportée à 100 du corps anhydre, et comparée aux deux formules, à $8H^2O$ et à $8,5H^2O$, donne :

	Trouvé	Calculé	
As^2O^5.....	44.5	44.7	
Al^2O^3.....	40.3	39.8	
CuO.....	15.2	15.5	
	100.0	100.0	
H^2O.....	28.7	$8H^2O$. 28.0	$8,5H^2O$. 29.8

L'eau ne commence à se dégager qu'au-dessus de 100°; la perte, à 180°, n'a été que de 1,45 0/0.

La substance est soluble dans l'acide azotique et dans l'acide chlorhydrique; elle laisse un très faible résidu, de 0,5 0/0 en moyenne, qui est formé de l'argile blanche qui l'accompagne; l'analyse a porté sur les portions dissoutes; il est possible que le faible excès d'alumine que présente l'analyse tienne à l'attaque de cette argile. Il me paraît donc qu'on peut admettre la formule :

$$CuO . 2Al^2O^3 . As^2O^5 + 8H^2O.$$

La dissolution concentrée d'ammoniaque, qui attaque la plupart des arséniates de cuivre, n'a aucune action sur ce minéral.

La *céruléite* est accompagnée d'une argile blanche, ressemblant à une halloysite, et qui présente la composition suivante :

SiO^2	40.6
Al^2O^3	38.8
H^2O	19.1
As^2O^5	1.8
	100.3

L'arsenic ne tient pas à un mélange de céruléite, car la matière avait été triée avec soin et ne contenait que des traces indosables de cuivre.

Les mines de Huanaco sont des mines d'or, exploitées depuis une dizaine d'années. M. Möricke (1) a décrit ces gisements et a signalé ce fait qu'on n'y trouvait que des minéraux complètement oxydés, avec de l'or en très petites

(1) *Zeits. f. prakt. Geol.*, 1893, t. I, p. 143.

lamelles. C'est bien là ce qui arrive pour le minéral que j'ai eu à étudier. Il renferme de nombreuses lamelles d'or, non disséminées dans la masse, mais couchées parallèlement dans certains plans qui la traversent. L'argile contient de l'or en plus grande quantité; les lamelles tapissent des fentes de l'argile et se trouvent aussi dans sa masse. Le fragment que j'ai analysé contenait 1 0/0 d'or, que l'on a retranché du poids de la matière analysée.

Au sujet de divers échantillons de sa collection, présentés à la fin de la séance, M. l'Intendant militaire Pavot fait la communication suivante :

Remarques sur le caillou de Rennes.

Par M. l'Intendant militaire en retraite Pavot.

Les membres de la Société ayant accueilli avec intérêt la communication déjà faite de divers échantillons du caillou de Rennes (séances du 12 Mars 1898 et du 8 Février 1900), je me fais un devoir de mettre sous leurs yeux une trentaine d'autres pièces dont l'examen peut rendre plausibles les conclusions de mes observations précédentes et de celles qui vont suivre.

La première fois que j'ai eu l'honneur d'être entendu par la Société, j'ai eu pour but de ramener son attention sur une espèce minérale dont les « Curieux de la Nature » s'étaient déjà occupés au XVIIe siècle, que les savants et les amateurs du XVIIIe avaient placée dans toutes les collections, et qui semble actuellement un peu oubliée, en France du moins.

Au siècle dernier, le caillou de Rennes était minutieusement décrit par les minéralogistes français, par Dezallier d'Argenville notamment (*Oryctologie*), comme par les Encyclopédistes (*Dictionnaire des Sciences*, *article* « *Rennes* »); Pujoulx lui consacre encore une notice et une vignette expressives dans sa *Minéralogie des gens du monde*, (Paris, 1813). Ces auteurs signalent à l'envi l'emploi intéressant des jolies variétés du « poudingue ou pavé de Rennes »; mais aucun d'eux n'indique le gisement, l'origine, la composition, le mode probable de formation de la substance qu'ils s'étaient complu à décrire. Incertaines encore, de nos jours, sur tous ces points, la science et « la curiosité » paraissent ne plus même connaître un produit de notre sol resté mal étudié et qui, pour les Français de la génération actuelle, épris d'exotisme, a le tort de ne pas venir d'assez loin ; j'ai vu, au cours des vingt dernières années, des « experts » et des marchands parisiens qui possédaient encore quelques pièces taillées de cette espèce minérale, les présenter comme spécimens d'agates ou jaspes précieux, tirés de l'Extrême-Orient; des minéralogistes contemporains, et non des moins distingués, sont restés parfois hésitants eux-mêmes devant ces objets...

La plupart de ces pièces (manches de cachet, presse-papiers, socles, tabatières, petits vases) sont sorties de France, depuis 1860 surtout, acquises à prix élevé par des collectionneurs anglais et américains; à Paris, M. A. Damour, membre de l'Institut, en possède pourtant quelques-unes, deux tabatières notamment, une de style Louis XV, l'autre de style Empire, représentant deux types très judicieusement choisis, tant comme variétés du caillou lui-même que comme formes caractéristiques des époques de mise en œuvre.

L'exhibition artistique rétrospective actuellement instal-

lée au « Petit Palais », à l'occasion de l'Exposition universelle de 1900 n'a pas placé sous les yeux des amateurs un grand nombre d'objets en caillou de Rennes ; mais il en est deux, au moins, qui méritent de retenir l'attention et d'être signalés aux connaisseurs, ce sont les socles de deux petits bustes en pierre dure représentant Marie-Antoinette (1774) et Louis XVI (1775). — Les étiquettes donnent, avec ces dates, l'indication suivante : *Glachant graveur ;* les deux pièces appartiennent à la collection *Doistau.* — Les figures de la Reine et du Roi, très délicatement traitées, sont en agate laiteuse ; le buste drapé est en jaspe très foncé ; les socles (*partie cylindrique et première assise carrée*) sont en caillou de Rennes ; — la deuxième assise carrée ou plus large base du piédestal est en porphyre rouge antique. Le ton éclatant de ce soubassement en porphyre fait valoir les nuances plus douces (jaune éteint et carmin clair) du piédestal (cylindre cannelé) ; il semble d'ailleurs que l'artiste n'ait pas eu à sa disposition ou voulu employer sous le buste de la Reine la variété du caillou de Rennes (pourpre à éclats de quartz blanc) employée sous le buste du Roi entre le socle et le soubassement proprement dit ; sous le buste de Marie-Antoinette, les deux pièces du poudingue jaspique sont de la même variété, et l'effet est meilleur (contraste plus franc avec le porphyre antique).

Très peu de personnes au nombre des visiteurs du « Petit Palais » paraissent savoir ce que c'est que le caillou de Rennes et le reconnaitre sous les bustes prêtés par M. Doistau.

Avec quelques notes et souvenirs personnels, j'ai donc jugé opportun de soumettre à la Société la série des plus marquantes variétés du caillou de Rennes en ma possession, parce que les beaux échantillons sont devenus rares, même au lieu d'origine, et que ceux qu'on trouve encore sont

incessamment expédiés au dehors. Cette substance me paraît toujours digne d'occuper, en France, les savants et les techniciens ; les lumières et les moyens d'investigation dont disposent les spécialistes seraient utilement appliqués à la recherche de la genèse, de la composition exacte, et enfin à la reproduction artificielle de ce poudingue, comme de ceux désignés sous les noms de caillou d'Angleterre, caillou d'Égypte.

Pourquoi les auteurs français, depuis un demi-siècle environ, gardent-ils le silence sur la question? Les minéralogistes paraissent laisser aux géologues le soin de la traiter; les géologues semblent ne pas s'en être emparés. Je répète donc que cette question est toujours pendante et que je la crois du domaine de la minéralogie. Pour étayer cette dernière opinion, quelques citations me seront permises, les unes comme éléments de discussion, les autres comme points d'appui.

En 1817, Brongniart, dans sa classification minéralogique, mentionnait le caillou de Rennes comme type du *poudingue jaspique;* il indiquait en même temps les « Champs de la Touche », près de Rennes, comme gisement, de lui connu, de cette substance. Lorsque j'ai fait mes premières recherches, à l'automne de 1869, ce gisement, qui est en amont et au nord-ouest du faubourg de Brest, à Rennes, paraissait épuisé ; il avait dû, à une époque lointaine, fournir un large contingent à l'ancien pavage de la capitale bretonne; mais, vers la fin du second Empire, ces terrains, mis en valeur par des exploitations et des cultures prospères, semblaient complètement débarrassés de cailloux, et ce n'est pas là que j'ai pu recueillir mes premiers échantillons.

A priori, pourtant, rien ne devait être plus facile que de se procurer dans la contrée, et sans doute à vil prix, quelques morceaux d'une matière autrefois abondante.

Brard, dans son *Manuel du minéralogiste voyageur*, à propos de l'itinéraire minéralogique de la Bretagne, n'avait-il pas dit : « A Rennes, on pourra faire une suite de cette « singulière roche siliceuse, si connue sous le nom de *caillou* « *de Rennes*, dont le gisement est perdu et qui ne se voit « point en place. »

Sur la foi des affirmations de Brard, je crus d'abord pouvoir opérer sans difficulté et, pour ainsi dire, sans frais. Je discuterai tout à l'heure, à d'autres points de vue, l'indication reproduite ci-dessus du *Manuel du Minéralogiste voyageur;* mais que je donne d'abord aux chercheurs nouveaux en route pour les bords de la Vilaine un aperçu des « voies et moyens » dont j'ai pu faire emploi. Il me parut qu'il convenait avant tout d'explorer les quelques rues de la ville où le pavé moderne de grès n'avait pas encore été installé (octobre 1869); je m'adressai tout naturellement aux employés de la voirie, puis aux casseurs de pierre, ces humbles et patients travailleurs, parfois le désespoir, souvent la providence des collectionneurs.

Avec les loisirs d'un congé de semestre, je parvins à réunir assez de choses pour enrichir ma collection d'un assortiment déjà curieux et pour pouvoir aussi faire largesse aux correspondants qui me réclamaient cette spécialité bretonne. Je reçus des remerciements empressés et aussi des demandes d'éclaircissements ; les destinataires de mes cailloux étaient émerveillés de la précision de Brongniart, de la beauté de la pâte jaspique du poudingue, n'ergotaient pas sur la synonymie : « Roches clastiques = conglomérats », mais avaient hâte de savoir comment le quaternaire de la contrée de Rennes s'était enrichi d'un produit naturel aussi bizarre. Je sollicitai moi-même des explications auprès des représentants locaux de la science officielle : l'un d'eux voulut bien me communiquer les quatre volumes

de la dernière édition de Dufrénoy ; un autre m'affirma « qu'il répondrait plus tard à tous les pourquoi par autant de parce que... ». Nous méditions encore, mes camarades et moi, cette réponse sybilline, lorsque surgirent les événements de 1870.

A l'automne de 1871, me retrouvant à Rennes, en congé de convalescence, cette fois, et hors d'état de manier un outil quelconque, je songeais pourtant toujours à la collection inachevée et au rébus scientifique non déchiffré. Pour des éclaircissements techniques, je ne fus pas plus heureux que précédemment ; mais pour la recherche des échantillons des coopérations intelligentes et zélées s'offrirent : tout d'abord celle de M. Valentin Danays, le distingué agent voyer de l'arrondissement, puis celle de M. Boullet, capitaine des sapeurs-pompiers, inspecteur-chef du service municipal de la voirie ; j'eus surtout pour auxiliaires actifs d'anciens sous-officiers et soldats qui avaient servi sous mes ordres aux chasseurs à pied.

Diverses personnes notables de la ville avaient entendu parler aussi de mon désir de recueillir les « survivants » des vieux pavés de la ville ; celles qui me venaient les mains vides, s'excusant de ne pas m'apporter elles-mêmes un lot de ces épaves archéologiques et minéralogiques tout à la fois, voulaient au moins me signaler les blocs clairsemés encore visibles sur tel ou tel point et me dire l'urgence du sauvetage, le progrès, c'est-à-dire l'avulsion des vieux galets irréguliers et leur uniforme remplacement par des cubes d'une substance plus maniable étant étendu des grandes rues aux plus retirées. C'est ainsi que j'arrivai à temps, dans les premiers jours de 1872, lorsque dut être démoli l'ancien pavage de la rue d'Échange, au nom prédestiné, alors une ruelle étroite et tortueuse, devenue depuis une large voie rectiligne entre l'hôpital militaire et

le magasin central de campement : les pavés de cette ruelle, souvent transformée en torrent par les pluies trop habituelles de la contrée offraient, lorsque leur surface avait été largement arrosée par quelques averses, une collection de toutes les variétés de nuance et de structure du caillou de Rennes recherchées par les amateurs; l'eau avivait les couleurs sur ces surfaces déjà polies par les sabots ferrés; le sol de la ruelle prenait alors l'aspect d'une mosaïque éclatante et des plus curieuses; il fallait avoir appris la minéralogie du pays pour reconnaître, sous des aspects aussi dissemblables, une espèce unique et retrouver d'un spécimen à l'autre un certain nombre des propriétés typiques qui caractérisent ce poudingue de jaspe; il n'était pas inopportun non plus de se rappeler que « les champs de la Touche » étaient à quelques centaines de mètres seulement, gisement primitif très vraisemblable de cette masse d'échantillons.

Ma collection se trouva ainsi notablement augmentée, non seulement par le nombre, mais par l'intérêt croissant de spécimens très variés : chacun des fragments que je classais se distinguait par une particularité intéressante, et, malgré la beauté exceptionnelle, d'autres objets que j'avais rapportés du Dauphiné, par exemple, et qui eussent pu davantage attirer les regards, je remarquai souvent que l'attention de mes visiteurs, et non des moins qualifiés, se portait et se maintenait de préférence sur mes débris de pavé.

L'importance prise dans ma collection générale par le caillou de Rennes s'étant accrue en raison de circonstances favorables, il ne sera peut-être pas hors de propos de dire aussi que, depuis plus de trente ans, présent ou absent, je n'ai pas cessé de recueillir ou de faire rechercher les éléments de cette série et qu'elle représente donc un effort prolongé, persistant, une « suite » de démarches et de dépenses rendues fructueuses par la situation officielle

comme par les attaches de famille acquises dans le pays. Fréquemment visitée par des touristes français ou étrangers, à une époque surtout où le musée municipal d'histoire naturelle semblait dédaigner lui-même d'exhiber la même série, cette collection a excité à un très haut point l'intérêt des voyageurs compétents, parce qu'elle avait le mérite d'être une collection *locale* du genre de celles que les villes de province et les particuliers devraient surtout s'attacher à former sans préjudice d'un cadre d'instruction générale (1).

Ceci dit, je reviens à Brard, à qui j'ai voué des sentiments reconnaissants pour toutes les excellentes indications contenues dans ses ouvrages et dont je me permettrai de discuter aujourd'hui certains mots, par suite de plus d'expérience acquise sur place.

Brard n'avait pas lui-même parcouru le nord-ouest de la France et disait devoir son itinéraire de Bretagne tout entier à M. Regley, aide-naturaliste pour la géologie au Muséum; si l'un ou l'autre avait trouvé, comme il a été possible de le faire de nos jours, quelques échantillons « en place », il est probable que le mot de *roche* n'eût pas été, au cas particulier, employé par Brard, qui dit par ailleurs, dans le même *Manuel* : « Les roches sont des mélanges plus ou moins homogènes, *composant des compartiments assez étendus de l'écorce terrestre.* » Le caillou de Rennes ne forme nulle part, en effet, des masses continues ou assez développées pour être qualifiées couches ou amas; il se rencontre en blocs de dimensions très limitées ($0^m,40 \times 0^m,60$ au plus, sauf

(1) Depuis quelques années le nouveau directeur conservateur du musée d'histoire naturelle de Rennes, M. T. Bézier, a fait les plus intelligents et persévérants efforts pour entrer dans cette voie; il a déjà comblé bien des lacunes et s'est tout particulièrement attaché à rassembler une série du poudingue jaspique pouvant satisfaire la légitime curiosité des minéralogistes étrangers de passage à Rennes.

rares exceptions); les spécimens que l'on peut recueillir aujourd'hui ont à peine le volume d'une tête humaine; beaucoup ne sont guère plus gros que le poing. La forme est le plus habituellement celle d'un ellipsoïde irrégulier. Lorsqu'on parvient à briser ces blocs, l'intérieur offre des nuances agréables et tranchées, comparables à celles des plus beaux jaspes; la structure d'un bloc à l'autre, souvent aussi dans l'intérieur du même bloc, est assez inégale; enfin il existe plus ou moins de fragments quartzeux dans la pâte; le tout est enveloppé généralement d'une sorte de croûte blonde, beaucoup plus claire que l'intérieur du bloc et comme délavée.

Ces remarques faites, je crois que la définition de Brard pèche encore par le qualificatif « siliceux » et que celle antérieure de Brongniart, présentant le caillou de Rennes comme type du « poudingue jaspique », est toujours juste; car la masse de la pâte, — que nous voyons aujourd'hui solidifiée, et comme cimentée par des oxydes métalliques, — est bien du jaspe aux vives couleurs et non de simple argile pétrie de silice.

Un recueil plus récent mentionne de l'agate là où Brard n'avait enregistré que des concrétions siliceuses; le Dictionnaire de Landrin (minéralogie, géologie et métallurgie, Paris, F. Didot, 1852), dit à la page 73 : « *Caillou de* « *Rennes* (*minéralogie*) : Quartz-agate-brèche, à fragments « roulés jaunâtres, liés par un ciment de quartz-jaspe « rouge. » On voit que l'auteur, en face d'échantillons très variés, s'efforce d'englober dans un signalement éclectique les divers types d'une même espèce protéiforme : quartz, agate, jaspe, brèche et fragments roulés, tout se trouve aggloméré dans cette définition; mais autant de mots, autant d'erreurs presque. En réunissant tant de choses en une seule appellation, Landrin n'est dans le vrai que lorsqu'il spécifie

que la dénomination de caillou de Rennes est un terme de minéralogie.

Page 215 du même ouvrage, l'auteur se montrait mieux inspiré : 1° dans la description générale du *jaspe*, en exposant que c'est un quartz « parfaitement opaque, même sur les bords » ; 2° dans la description particulière du *jaspe égyptien*, ou *caillou d'Égypte*, en la formulant comme suit : « Jaspe « zonaire, couleur chamois, brun ou rouge. Le brun pré- « sente des dessins rubanés concentriques. Le rouge pré- « sente aussi des dessins zonaires, rouges et jaunes. *Cette* « *petite roche se présente ordinairement en rognons ovoïdes* « *dans lesquels les filets rubanés sont irrégulièrement con-* « *centriques et participent de la forme arrondie de la pierre.* « *Cette disposition ovoïdale n'est point due au frottement* « *qui arrondit les galets des poudingues.* »

Toutes ces remarques, les dernières surtout, eussent été parfaitement applicables au caillou de Rennes, et je suis heureux de les trouver sous la plume de Landrin; les mots *petite roche* indiquent que le professeur sait bien n'être pas ici dans le domaine de la géologie; pour désigner des masses limitées, il crée en deux mots un diminutif que le vocabulaire français usuel ne lui fournissait pas; il écarte toute idée de couches disloquées, puis de fragments roulés, en affirmant que la disposition ovoïdale des cailloux d'Égypte n'était point due à des frottements.

Dès lors pourquoi vouloir des fragments et des fragments roulés dans le caillou de Rennes? Les seuls éléments (d'ailleurs variables de formes et de dimensions) qui se présentent dans la contexture de celui-ci, comme assurément détritiques, sont les morceaux de quartz blanc qui éclairent la masse; — mais, dans certains blocs, ces éclats de quartz n'existent pas; de plus, le fond même de la pâte n'est pas toujours agrégé sous forme de grumeaux jointifs; la structure

est parfois plutôt compacte, avec des marbrures auguleuses et très irrégulières ; le caractère le plus constant est que la masse, oolithique ou bréchiforme, avec ou sans débris de quartz, est sillonnée par un réseau de veines plus foncées, l'ensemble pouvant présenter toutes les teintes du soleil couchant, du jaune clair au violet pourpré et même au bleu de lavande ; les éléments constitutifs peuvent être de très petits grains ou de plus gros nodules, des parties largement polyédriques même ; les uns et les autres montrent des couches concentriques ou des régions zonaires délicatement nuancées, et ces éléments, qui se sont visiblement accolés à l'état pâteux, sont eux-mêmes comme *sertis* et *pénétrés*, tout à la fois, par le ciment, de ton plus chaud, plus chargé d'oxydes métalliques... Mais les parties « jaunâtres dans une pâte rougeâtre » ne paraissent pas avoir « roulé », c'est-à-dire erré à l'état de galets charriés et usés par des courants ; il n'est même pas sûr qu'elles aient été primitivement de petites boulettes ou de petites mottes d'argile, entraînées avec ou sans fragments de quartz. Le drainage de l'argile dans les couches superficielles du sol, sa dilution mécanique ou sa dissolution chimique (dans des eaux chargées d'acide carbonique) ont pu se produire sur plus d'un point de la banlieue de Rennes, où des bancs de calcaire tertiaire existaient au-dessus des schistes siluriens ; l'argile, en poudre impalpable, les oxydes métalliques, en particules extrêmement ténues, ont pu, avec ou sans fragments de quartz, venir se déposer dans des cavités d'une roche préexistante, s'y tasser, s'y coaguler ; un gluten jaspique (ferrugineux et manganésifère) s'est-il produit vers le même temps pour *lier* le tout, donner de la prise au magma, en pénétrer et en affiner la pâte?... On peut l'admettre. — Quoi qu'il en soit, j'estime qu'il y a eu (si je puis emprunter ce terme à la géologie) autant de *formations* qu'il s'est trouvé de cailloux de Rennes, restés

dans leurs cavités-matrices ou ultérieurement déplacés. — Ces « formations minéralogiques » ont été simultanées ou successives ; résultant des mêmes causes, elles ont pu produire les mêmes effets d'un point à un autre, comme d'une série aux suivantes.

Quelles actions mécaniques, chimiques et météorologiques faut-il invoquer pour expliquer la coagulation des nodules, la prise du ciment jaspique?... D'une manière générale, j'aurais souhaité pouvoir m'en rapporter aux auteurs qui, depuis Patrin, se sont efforcés d'imaginer les circonstances et de déterminer les conditions dans lesquelles ont dû se former d'autres jaspes en Sibérie, en Sicile, etc. Patrin, voyageur infatigable, observateur lucide, m'a paru exprimer des idées justes et s'être montré plus pénétrant que certains auteurs venus bien après lui ; de ceux-ci j'ai toujours repoussé les hypothèses, à la fois vagues et compliquées, notamment la théorie trop en faveur au milieu du XIXe siècle, qui faisait intervenir des phénomènes volcaniques, des effets analogues à ceux des geysers ; je trouvais ces conceptions inacceptables dans la généralisation qu'il eût fallu leur accorder.

Invoquant simplement des faits contemporains, observés à la surface du sol ou sur nos rivages actuels, je me suis convaincu et me suis toujours efforcé de persuader à mes interlocuteurs en Bretagne, dès 1869, que la solution cherchée était sous nos yeux : effets de l'eau et de l'air sous toutes les formes, actions mécaniques, altération chimique des dépôts superficiels, réactions survenues à la suite de l'infiltration des eaux météoriques ; comme conséquence : métamorphismes intermittents ou continus, partiels ou généralisés, et phénomènes importants au point de vue chimique ou lithologique, de nature donc à retenir l'attention des minéralogistes.

Les beaux travaux de MM. A. de Lapparent (*Revue de*

Géologie pour les années 1870 et 1871), et S. Meunier (*les Causes actuelles en Géologie*, Paris, 1879) appuyaient d'une autorité supérieure toutes mes remarques personnelles : en m'entendant affirmer plus que jamais, dès lors, que les cailloux de Rennes de ma collection n'avaient dû se produire que par infiltration et en dehors de tout fracas volcanique, M. Éloy, ingénieur belge au service de la Compagnie des Mines de Pontpéan, me fit le plaisir de m'apporter, en 1881, l'œuvre, perspicace entre toutes, d'un de ses compatriotes, M. E. Van den Broeck : *Mémoire sur les phénomènes d'altération des dépôts superficiels par l'infiltration des eaux météoriques*, qui avait été présenté à l'Académie des Sciences de Bruxelles, le 5 juin 1880.

J'eus la grande satisfaction de trouver, dès les premières pages de ce remarquable exposé, la preuve de la justesse de mes impressions premières et de me la voir ainsi galamment fournie par un honorable et savant technicien, avec qui j'étais déjà en échange incessant d'échantillons, sinon d'idées.

Le mémoire de M. Van den Broeck a groupé les faits les plus convaincants : il peut donc, avec toute raison, s'exprimer ainsi : « L'infiltration des eaux météoriques donne la « solution d'une foule de questions dans lesquelles l'altéra- « tion des roches n'avait pas été reconnue, ou bien avait été « à tort attribuée à des influences thermales, geyseriennes « ou volcaniques. Ces interprétations ont donné lieu à des « hypothèses encombrantes et d'ailleurs inexactes(1)...

(1) Il faut pourtant reconnaître que, en Amérique au moins, cette théorie conserve encore des partisans convaincus. Ainsi l'ouverture de l'Exposition universelle de 1900 nous met en face d'une très intéressante exhibition de bois pétrifiés de l'Arizona, troncs épais d'Araucarias agatisés, dont des tranches, superbement taillées et polies, font l'admiration du public et donnent à penser aux simples curieux comme aux botanistes, aux minéralogistes et aux géologues... La notice-prospectus distribuée aux passants, avec reproduction de vues photographiques du gisement, dit, entre autres

Revenant à ma thèse particulière, il est donc un point sur lequel j'insiste : je crois à une série de remplissages de cavités très limitées de volume et à des variantes parfois très sensibles dans la composition chimique et dans le groupement mécanique des matériaux qui venaient s'accumuler et *se cailler* dans ces cavités.

Des « poudingues » de volume très inégal se seront *moulés* ainsi dans les vides (plus ou moins nombreux, plus ou moins rapprochés) de certaines couches quaternaires ; ils auront ensuite résisté plus que celles-ci à tous agents de destruction et causes de dénudation ; ils seront finalement restés à découvert sur le sol ou dans les berges des cours d'eau...

Je puis du moins affirmer que, sur plus d'un point du département d'Ille-et-Vilaine, on rencontre dans les champs, dans les fossés, dans le lit de l'Ille, de la Flume, de la Blosne et de la Seiche, affluents de la Vilaine, des rognons de caillou de Rennes. De temps à autre, le vigoureux labourage des fortes terres argileuses de la contrée amène au

choses : « Beaucoup de savants ont visité, pendant ces dernières années, « cette merveille des merveilles, et tous semblent scientifiquement égarés ; « leurs théories ressemblent aux pièces de bois siliciflés, *pas deux* « *pareilles*... Le mode de pétrification résulte peut-être de ce que les « arbres ont été submergés par des geysers chauds contenant de la silice « en solution... »

Les diversités de couleur, de structure, d'opacité ou de translucidité de ces splendides échantillons, l'état, cristallin de certains, compact des autres, y font se rencontrer des types tranchés d'agate, de jaspe et même de cristal de roche, quartz améthyste ou enfumé... L'imagination peut se donner carrière pour chercher à expliquer le côte à côte de substances dont les variétés semblent naturellement dues à des variantes, sensibles aussi, dans la température, la pression, la composition chimique du milieu producteur... Ce que l'on veut admettre comme facteur indispensable ici (geysers et phénomènes analogues) n'est nullement nécessaire pour expliquer la formation du caillou de Rennes, qui, ne contenant point d'agate ni de parties hyalines, a pu se produire à des températures très peu élevées, je persiste à le croire.

jour de nouveaux spécimens. — N'étant plus recherchées pour le pavage du chef-lieu ou pour la fabrication des objets de curiosité et surtout des tabatières chères à nos aïeux, ces trouvailles nouvelles passent inaperçues, et les échantillons mis au jour par la charrue vont se perdre dans les ornières des chemins ruraux ; — mais, pour les observateurs attentifs du pays, il est constant que l'ancien pavé ou poudingue de Rennes avait été recueilli aux portes mêmes de la ville, presque à la surface du sol, et aux lieux mêmes de formation.

D'ailleurs, voici des faits. J'ai trouvé, dans l'été de 1881, sur le territoire de Pacé, en présence de MM. Marçais et Pinault, conseillers généraux des cantons S.-O. et N.-O. de Rennes, et à égale distance de leurs habitations d'été (lieux dits : *Vergeal* et *la Touche-Milon*), un bloc intéressant de caillou de Rennes, inclus dans sa gangue, une couche de *grison* (1). Ce bloc, de forme trapézoïdale, reposait à plat, sur sa plus large surface, bien horizontalement; on n'apercevait d'abord qu'une « cornière » en saillie sur le bord du chemin vicinal ; cette pointe, très en évidence, me paraissait être à peu près tout le caillou, que je crus, à ce moment, gros comme un œuf d'autruche tout au plus : le bloc avait, en réalité, une longueur de $0^m,65$ sur une largeur de $0^m,45$, avec une épaisseur uniforme de $0^m,15$ environ; je dus le faire dégager à coups de pioche et de levier. L'échantillon était de dimensions et de forme peu communes; il ressemblait à ce que nos maçons de campagne appellent un « dallot ». Il me parut bien en son gisement primitif, en son lieu de

(1) On sait qu'en diverses contrées de la France et de la Belgique on appelle *grison* un conglomérat grossier formant des couches assez épaisses, et qui est bien un des types de ce que Landrin, dans le dictionnaire cité, qualifie *diluvium*, brèches ferrugineuses, dépôts limoneux et caillouteux, « d'eau douce et d'eau salée, dépôts limoneux métallifères et gemmi- « fères, etc.. ».

formation ; ses éléments constitutifs avaient dû se rassembler et s'agglutiner dans la cavité naturelle où il venait d'être aperçu ; il adhérait assez fortement à cette matrice.

Toutes les personnes qui ont vu ce bloc, et notamment celles qui ont assisté à sa découverte, ont partagé mon impression du moment et ma conviction bien affermie depuis que cette masse n'avait pas *roulé* après sa formation et avait dû s'agréger de toutes pièces, au lieu même où l'élargissement d'un chemin devenu vicinal et la destruction du grison défoncé pour augmenter le potager de la ferme de la Claye (domaine de Vergeal), venaient de le faire apparaître.

Les veinules carminées, nombreuses dans la masse jaunâtre de cet échantillon du caillou de Rennes type, se présentent comme autant de petits ruisselets ayant charrié les dernières particules métalliques qui ont coloré et soudé le tout. Le *suc lapidifique* des vieux auteurs a dû se dégager de la masse du grison, empruntant au quartz et au fer de ces couches le gluten siliceux et le ciment métallique nécessaires pour imprégner simultanément des éléments argileux et en faire un poudingue jaspique (1).

La présence du fer, en quantité notable dans les eaux courantes, a dû jouer un rôle efficace pour cette agglomération ; mais peut-être certaines matières organiques, intervenant aussi, n'ont-elles pas été sans action pour faire « cailler » la masse. Je crois donc très acceptables les hypothèses développées plus haut ; malgré leur forme archaïque, elles s'accordent avec les démonstrations les plus probantes de la science moderne ; c'est d'ailleurs intentionnellement qu'elles

(1) Tous les jours, dans des travaux de déblais ou de remblais, ne voit-on pas un clou, une vieille lame d'outil abandonnée par les terrassiers, servir de noyau et de point de départ à une agglomération calcaréo-siliceuse ?

reproduisent les expressions imagées des minéralogistes anciens, dont j'ai recherché les descriptions (1).

En présentant à la Société un nouveau choix d'échantillons, en lui soumettant les vues que je me hasarde à formuler devant le silence d'appréciateurs plus qualifiés, j'ai non seulement pour but de rappeler la date, ancienne déjà, à laquelle j'ai exposé mes idées devant les chercheurs bretons ; mais je souhaite surtout, je ne saurais trop le redire, provoquer d'autres observations, d'autres avis de la part des cénacles compétents (2).

Le gisement, désigné avec précision par Brongniart, considéré comme perdu par Brard et autres, depuis la Restauration, devait pourtant se retrouver sous l'humus des prairies qui dominent le bord Ouest du canal d'Ille-et-Rance.

En 1882, le Génie militaire prit possession d'une notable partie des « Champs de la Touche » pour y établir, à flanc de coteau, le casernement depuis longtemps projeté, à Rennes, d'un bataillon de chasseurs. J'ai pu, depuis l'ouverture des travaux, examiner les fouilles et terrassements entrepris et dès lors recueillir ou recevoir bien des échantillons, — soit intacts et *en place* dans le diluvium (sur la tranche des schistes gris), — soit à l'état de fragments fraîchement ameublis et destinés aux remblais de la cour de la nouvelle caserne. Une partie des blocs découverts par les terrassiers était malheureusement réenfouie presque aussitôt

(1) J'ai rassemblé une vingtaine de ces notices dans les vieux auteurs ; je ne puis encombrer de cette compilation le *Bulletin* de la Société ; mais je me propose d'en faire l'objet d'une plaquette, avec fac-similé de vignettes gravées anciennes et chromolithographies donnant un aperçu des échantillons les plus caractéristiques de ma collection.

(2) C'est avec cet espoir que je prends la parole à Paris, au lieu de m'adresser à Rennes même, à la Société scientifique et médicale de l'Ouest, dont plusieurs membres, MM. Lebesconte, Creuzet et Bézier notamment, connaissent depuis longtemps mes recherches et leurs conclusions.

un peu plus loin, l'entrepreneur s'attachant à faire d'abord emploi des matériaux d'empierrement trouvés sur place; ces rognons, intacts ou brisés, allaient s'ajouter ainsi aux sables et graviers employés à la confection de l'esplanade, à l'Est du plateau couronné par le bâtiment principal; il y a là une réserve de cailloux de Rennes pour les collectionneurs futurs (1).

Et, puisque je me suis proposé de provoquer de nouvelles études scientifiques, avec de nouvelles trouvailles d'échantillons, je recommande tout particulièrement à l'attention des chercheurs qui me suivront :

1° Les *bornes*, plus ou moins grossièrement taillées, qui subsistent encore à certains carrefours, dans les bourgs et hameaux, à 15 ou 20 kilomètres du chef-lieu d'Ille-et-Vilaine; beaucoup sont en caillou de Rennes, et quelques-unes du plus beau jaspe. On déplace parfois ces blocs qu'une rectification ou une ouverture de chemin ne laisse plus utilisables sur place; j'en ai acquis une notamment, en 1884, au bourg de Bruz, près d'une propriété de famille, dans l'enceinte de laquelle j'ai pu, depuis, la mettre en belle vue et la montrer à nombre de touristes, qu'elle a vivement intéressés ;

2° Il existe encore dans les cours des vieilles maisons des quartiers retirés de Rennes des *dallages* ou *parements* du célèbre poudingue; — à l'occasion des remaniements de terrain ou des « rechargements » causés par des constructions nouvelles, on peut sauver de la destruction ou de l'enfouissement quelques-uns de ces *anciens pavés*. Il est

(1) Au moment où s'impriment ces notes, il est question, à Rennes, d'opérer, « dans les prairies de la Touche », un raccordement entre le réseau des chemins de fer de l'Ouest et les tramways à vapeur; de prochains travaux de fouilles et terrassements vont donc peut-être attirer au jour des séries inédites du poudingue jaspique de Brongniart.

fâcheux d'avoir à se dire aujourd'hui que nombre de très curieux échantillons ont été brisés par les casseurs de pierre et répartis sur les routes par les cantonniers ou ont disparu dans les fondations d'édifices quelconques ; — le zèle des jeunes collectionneurs ne saurait donc être trop stimulé.

Depuis plus d'un quart de siècle, le pavage historique a fait place à Rennes, comme dans bien d'autres localités de Bretagne, aux cubes de grès du cap Fréhel, plus réguliers, moins glissants, parfois intéressants eux-mêmes dans quelques échantillons exceptionnels (mimophyres des Côtes-du-Nord) mais, en général, bien moins résistants que le caillou de Rennes. Celui-ci, liant et tenace au suprême degré, à peine et très superficiellement altéré par les agents atmosphériques, avait bravé les siècles; les échantillons qui avaient servi au pavage du vieux Rennes remontaient au moyen âge et provenaient sans doute de corvées féodales imposées aux riverains à qui cette pierre était demandée, de préférence, comme inusable. Cette résistance au choc, à toutes les causes de rupture et d'écrasement, est connue depuis fort longtemps ; les Romains l'avaient constatée eux-mêmes, puisqu'ils ont employé du caillou de Rennes, là où ils l'ont pu, à former le substratum des légendaires voies dont ils avaient sillonné la Gaule jusqu'au fond de la province armorique : en défonçant quelques parties de ces voies, là où les routes modernes changeaient le tracé des grandes communications, on a retrouvé de ces blocs judicieusement employés, à Bruz, par exemple, entre les champs de Bois-Mahault et la gare, dans le vieux chemin, aujourd'hui dit « de la Minard », qui suivait, en ces parages, la voie de *Condate* à *Darioritum* (1). Observateurs très atten-

(1) Une mare existe au point défoncé, ce tronçon de chemin ayant été transformé en impasse, lorsque la circulation a été déviée par le nouveau chemin reliant la gare au bourg de Bruz ; deux pièces d'or, de Constan-

tifs, très connaisseurs en matière de résistance des matériaux, les Romains n'avaient pu négliger une espèce minérale que nous devrions pouvoir aujourd'hui reproduire de toutes pièces, en lui donnant d'avance les formes que la dureté du type naturel permet si malaisément de lui procurer par la taille.

Un des échantillons présentés à la Société, et qui offre la forme d'un élégant presse-papier, prouve ce que peut aujourd'hui, pour la taille et le polissage des pierres dures, l'industrie moderne armée de la « diamantine » ; mais ce sont là travaux dits de « grosse bijouterie », et qui restent encore assez onéreux.

La communication de M. l'Intendant militaire Pavot se termine par la présentation de divers échantillons de sa collection n'appartenant pas au caillou de Rennes, mais pouvant être à quelque distance, et vu leur aspect extérieur, confondus avec le poudingue jaspique : c'est pour prévenir cette confusion, fréquente et très explicable, qu'ils sont exhibés.

Le premier est un spécimen du *poudingue de Montfort*, bien connu des pétrographes et des architectes bretons. C'est bien là une *roche*, cette fois, et un poudingue *siliceux*. La masse, d'un brun rouge uniforme, est d'aspect plutôt gréseux que gras et luisant ; de nombreux fragments de quartz, d'un blanc éclatant, toujours anguleux, à cassure saccharoïde, ainsi que des veines du même quartz, y brillent et lui donnent un aspect décoratif, sans toutefois lier l'ensemble au point de lui permettre de recevoir le poli après la taille. C'est une belle pierre d'appareil, abondamment

tin III, découvertes avec des débris caractéristiques de tuiles et de poteries, dans un champ appartenant à M. Bernardin Daniel, ne laissèrent aucun doute sur l'occupation romaine et l'importance des travaux qu'elle avait provoqués en ces lieux.

fournie par des carrières importantes, dont le centre d'exploitation n'est pas à Rennes, mais dans une sous-préfecture voisine, et si un certain nombre d'édifices modernes du chef-lieu d'Ille-et-Vilaine offrent des exemples d'un pittoresque encadrement de ce poudingue rougeâtre dans des matériaux de couleur différente, il faut se rappeler que le caillou de Rennes n'étant pas une roche, n'étant plus abondant d'ailleurs, n'aurait pu fournir, en admettant qu'on voulût l'appliquer à des travaux d'architecture, les masses nécessaires à un si large emploi. Le poudingue de Montfort commence à s'exporter, il est intéressant de le connaître, — en laissant d'ailleurs aux géologues et aux constructeurs le soin de parler de lui (1).

Le second type de roche à ne pas confondre avec le caillou de Rennes est le grès mimophyre ou pseudo-porphyre de Pléhérel, entre Erquy et le cap Fréhel (Côtes-du-Nord). Certains blocs, plus ou moins volumineux, de cette roche présentent comme « accidents de carrière » de très beaux groupements, bréchiformes, de quartz blanc, de fragments de jaspe jaune, rouge ou brun et de pétrosilex verdâtre, qui devraient rendre cette pierre digne de plus d'attention ; elle mérite non seulement de n'être pas confondue avec le caillou de Rennes, mais d'être étudiée pour elle-même (géologie) et de fournir autre chose que des matériaux d'entretien aux

(1) Les façades des grands bâtiments du lycée de Rennes mettent en valeur de belles assises du poudingue de Montfort, en opposition avec les tons variés et harmonieux de la brique, du tuffeau, des schistes violets et des granits jaunes, gris et bleus. M. Martenot, l'habile architecte, qui s'est ingénié à créer ces décorations polychromes résistant aux intempéries du climat breton, ne regardait d'ailleurs pas à la dépense ; l'emploi de quelques blocs du caillou de Rennes lui a-t-il été suggéré en temps utile pour donner encore à la principale façade du lycée quelques touches plus lumineuses et plus chaudes ?... Il eût fallu avoir un choix assez abondant de ces blocs, mais surtout pouvoir les tailler et les polir avant de songer à les enchâsser dans le fronton d'une porte monumentale, par exemple, et le coût d'un semblable travail eût sans doute paru excessif.

chemins vicinaux du littoral, entre Saint-Brieuc et Saint-Malo.

Enfin, la dernière série d'échantillons présentés consiste en morceaux de jaspe-agate rouge, blanc et rose, avec veinules ou petits amas de fer oligiste, provenant non plus de la Bretagne, mais de la Bourgogne ou de la Franche-Comté, et tirés du lit de la Saône, à Auxonne, en 1856. Ces échantillons, assez énigmatiques, ont exercé la sagacité de plusieurs professeurs, à Dijon et à Besançon, en 1857; M. Pavot voit en quelques-uns des polypiers fossiles, plus ou moins usés par leur transport dans le lit des rivières du bassin supérieur de la Saône, et se rappelle qu'ils ont été trouvés dans des dragages, avec des agates communes dont il possède également une série : l'aspect concrétionné ou variolitique des échantillons présentés et leurs tons pourprés les ayant fait confondre, à Rennes même, avec le caillou de Rennes, cette erreur devait être signalée aussi, tout en appelant l'attention sur une curiosité, trop peu connue, du sol français.

Charles Friedel (1).

Par M. P. Curie.

Charles Friedel sut remplir à lui seul la tâche de deux hommes de science : il fut à la fois grand chimiste et minéralogiste éminent. La Société de Minéralogie a perdu en lui un de ses membres les plus remarquables et les plus dévoués. Chacun de nous sait en effet la part qu'il prit à la

(1) Le portrait de M. Ch. Friedel a été publié en tête du numéro précédent (Mai-Juin).

fondation de cette Société, qui eut pour premier lieu de réunion son laboratoire à la Faculté des Sciences. Très assidu aux séances de la Société, il publiait dans son *Bulletin* tous ses travaux de minéralogie. La Société de Minéralogie l'avait élu président en 1881 et, pleine de respect pour lui, pleine d'admiration pour ses travaux, elle l'avait, en 1896, nommé parmi ses membres honoraires, qui sont seulement au nombre de dix, français ou étrangers.

Charles Friedel est né à Strasbourg, le 12 mars 1832; il fit ses études au gymnase protestant de cette ville et suivit les cours de la Faculté où professaient alors Pasteur et Daubrée. En 1852, il vint à Paris, chez son grand-père, L. Duvernoy, professeur au Collège de France et au Muséum, il suivit les cours de la Faculté des Sciences.

Là il fut l'élève préféré de H. de Senarmont, et l'influence de celui-ci sur Friedel semble avoir été très profonde. Dans la préface de son *Traité de Minéralogie*, C. Friedel s'exprime ainsi sur son maître : « J'ai puisé une bonne partie « du goût très vif que j'ai eu et conservé pour la minéra- « logie dans l'enseignement de H. de Senarmont, et dans un « contact journalier, de près de dix ans, avec ce savant « distingué, d'un esprit si haut en même temps que si sûr « et si pondéré, toujours prêt à encourager les premiers « essais de ceux qui désiraient cultiver la science. »

Une influence non moins grande est celle de Wurtz, au laboratoire duquel Friedel travailla à la même époque et où il prit le goût de la chimie organique. Ces deux influences ont fixé la carrière scientifique de Friedel; carrière si belle et si bien remplie, et qui se partage en études de chimie organique et de minéralogie.

Friedel passa ses licences mathématique et physique en 1854 et 1855 et son doctorat en 1869. Il fut nommé conservateur à l'École de Mines en 1856 et fit, à partir de 1866,

ses recherches scientifiques dans un très petit laboratoire qui avait été mis à sa disposition dans cette Ecole. Il fut chargé des conférences de minéralogie à l'Ecole normale supérieure en 1871. En 1876, il était nommé professeur de minéralogie à la Faculté des Sciences. Après la mort de Wurtz, il quitta la chaire de minéralogie pour prendre celle de chimie organique à la Faculté des Sciences. En 1882, il prit part à la fondation de l'Ecole municipale de physique et de chimie industrielles, et, en 1896, il créa l'Ecole de chimie appliquée, rattachée à la Faculté des Sciences; il était directeur de cette dernière Ecole. Friedel était membre de l'Institut dans la section de chimie, depuis 1878. Il est mort le 20 avril dernier, au milieu des siens, à Montauban.

Qu'il me soit permis de dire quelle affection nous avions, mon frère et moi, pour cet excellent maître. Mon frère, qui fut préparateur dans son laboratoire, a travaillé plusieurs années auprès de lui. Ses encouragements, sa bienveillance, ne nous ont jamais fait défaut, et nous lui en sommes profondément reconnaissants.

Depuis la mort de Wurtz, Friedel était devenu le chef incontesté de l'Ecole qui avait soutenu et fait triompher en France la théorie atomique. Il avait un esprit élevé, consciencieux, bienveillant. Entouré de nombreux élèves, il leur consacrait une grande partie de son temps, et ceux-ci étaient, pour leur maître, pleins d'attachement, de respect et de reconnaissance.

Les travaux de C. Friedel se répartissent en recherches de chimie organique, en recherches sur les composés du silicium et du titane et en recherches de minéralogie. Ses recherches de chimie organique sont celles qui ont eu le plus de retentissement et qui ont consacré sa grande notoriété. Ces recherches contribuèrent, en effet, à édifier une science en train de se créer, et elles s'adressaient à un

public plus nombreux et moins spécial que celui qui s'intéresse aux recherches de minéralogie. Mais jamais ses succès brillants en chimie ne firent perdre à Friedel le goût de la minéralogie; il avait pour cette science un attachement tranquille et désintéressé. En regardant la longue liste de ses travaux, on voit que ses premières et ses dernières publications sont relatives à la minéralogie, et que, presque chaque année, il y consacra une partie de son temps.

Les recherches de minéralogie de C. Friedel sont des plus variées: Les relations entre la symétrie et les propriétés physiques l'intéressent et le conduisent à effectuer ses recherches sur la pyroélectricité. Ses fonctions de conservateur de la collection de l'Ecole des Mines l'amenèrent à avoir une connaissance approfondie des minéraux et à découvrir des formes et des espèces nouvelles. Il est aussi bon cristallographe et détermine la forme cristalline d'un grand nombre de substances. Il n'oublie pas qu'il est chimiste, et on lui doit l'analyse d'un grand nombre de minéraux. Enfin, et c'est là, pensons-nous, son œuvre maîtresse en minéralogie, il effectue de longs travaux sur la reproduction des minéraux, où il cherche à reproduire les conditions réalisées dans la nature. Il utilise à la fois, dans ces dernières recherches, ses connaissances de chimiste, de minéralogiste et de cristallographe.

On ne peut qu'admirer cette belle intelligence, capable de mener à bien des recherches aussi diverses dans une science si complexe que les savants qui s'en occupent se cantonnent le plus souvent dans une spécialité.

C. Friedel eut la grande satisfaction de faire une partie de ses recherches de minéralogie sur la reproduction des minéraux en collaboration avec son fils, M. Georges Friedel, et de voir ce dernier continuer seul ensuite à faire des travaux remarquables dans cette science qui lui était chère.

En 1893, Friedel publia le cours qu'il avait professé à l'Ecole normale supérieure et à la Faculté des Sciences. C'est un exposé simple et facile à suivre de la cristallographie géométrique et physique permettant aux étudiants d'acquérir les connaissances nécessaires pour prendre goût à cette science et pour faire des déterminations minéralogiques et des calculs cristallographiques.

Cette publication devait être suivie d'un second volume, relatif à la composition chimique des minéraux, que C. Friedel se proposait de publier en collaboration avec son fils, et il serait bien désirable que M. Georges Friedel fît paraître ce volume annoncé. Les minéralogistes liraient ce livre avec beaucoup d'intérêt, car C. Friedel avait des idées très personnelles sur la constitution de certains minéraux.

Recherches sur la pyroélectricité. — Friedel fit des études sur les propriétés électriques des cristaux conducteurs de l'électricité. Ce sujet présente des difficultés très grandes, parce qu'il est impossible de se procurer des cristaux conducteurs suffisamment volumineux et en même temps homogènes et se prêtant à des expériences bien certaines. Marbach avait découvert que la pyrite présente deux variétés différentes par leurs propriétés thermoélectriques. Friedel, en 1859, reprend cette étude et montre combien le phénomène se trouve compliqué par les mâcles fréquentes que présentent les cristaux de pyrite, les deux variétés thermoélectriques se trouvant souvent entremêlées. Les parties lisses et striées, que l'on voit souvent sur une même face, sont généralement de variété thermoélectrique différente. Friedel montre que le phénomène n'est pas accompagné de pyroélectricité (dégagement électrique pendant un changement de température), bien que des échauffements irréguliers donnent des effets thermoélectriques ayant les apparences

d'un phénomène de ce genre. Friedel pense, au contraire, que les cristaux de cuivre gris et de chalcopyrite, qui présentent l'hémiédrie tétraédrique, peuvent donner des courants pyroélectriques observables au galvanomètre. Mais il résulte des travaux postérieurs de Friedel, dont nous rendons compte plus loin, que, par raison de symétrie, de tels courants ne doivent pouvoir prendre naissance dans les cristaux tétraédriques que si l'échauffement n'est pas uniforme.

Plus tard, en 1879, Friedel étudia des phénomènes pyroélectriques des corps isolants ; on peut alors se procurer des cristaux purs et assez volumineux pour faire les expériences. Dans cette étude, il employa une méthode qui lui est propre. Un petit hémisphère de cuivre, en relation par un fil métallique avec un électromètre, est chauffé dans une étuve ; puis l'hémisphère chaud est posé sur le cristal, la face plane de l'hémisphère appliquée sur une face normale à un axe de pyroélectricité du cristal, la chaleur de l'hémisphère se communique au cristal, et l'électromètre indique le dégagement électrique créé par échauffement à cette extrémité de l'axe du cristal. En opérant de même sur une face normale à l'axe, à l'autre extrémité du cristal, on a un dégagement électrique de signe contraire. Cette façon d'opérer, très simple et très pratique, donne le plus souvent les mêmes résultats que lorsque l'on étudie le dégagement électrique par échauffement uniforme du cristal (1). Cependant, par ce procédé spécial, Friedel trouva que le quartz, la blende, la topaze, étaient pyroélectriques. Les trois axes binaires du

(1) Friedel avait imaginé ce mode opératoire dans un but différent. Il s'était proposé de rechercher ainsi les phénomènes thermoélectriques au contact des corps conducteurs et des corps isolants, et de chercher s'il existe une relation entre des phénomènes de ce genre et la forme cristalline des corps isolants. — Voir AF, session de Clermont, 1876, p. 249.

quartz et les quatre axes ternaires de la blende jouaient le rôle d'axes de pyroélectricité.

Hanckel, en Allemagne, avait de même trouvé que le quartz était pyroélectrique. Mais le dégagement électrique qu'il observait suivant un axe binaire était de sens inverse de celui trouvé par Friedel. Il y avait là une contradiction qui résultait évidemment de la différence de manière d'opérer de Friedel et de Hanckel.

Friedel et mon frère J. Curie, dans un travail fait en collaboration, entreprirent d'éclaircir cette question. Ils parvinrent à démontrer que, lorsque l'on chauffe bien uniformément un cristal de quartz, il ne se fait aucun dégagement électrique. Dans les expériences de Friedel, le petit hémisphère chaud était placé au milieu d'une face de plus grandes dimensions, les bords de la face étaient plus froids que le centre ; il en résultait une compression de la partie centrale qui provoquait par piézoélectricité le dégagement électrique.

Dans les expériences de Hanckel, les conditions précisément inverses se trouvaient réalisées ; les bords de la face étaient plus chauds que le centre pendant l'échauffement, et il en résultait un état de tension de la partie centrale qui provoquait un dégagement électrique de sens inverse. La question fut complètement élucidée par une série d'expériences faites dans des conditions très variées.

Friedel et J. Curie étudièrent encore la boracite, qui se comporte d'une façon bien curieuse. Mallard a montré, par l'étude des phénomènes optiques, qu'au-dessus de 265° ce cristal est cubique ; au-dessous de cette température, un cristal d'apparence cubique est formé par la réunion de douze cristaux orthorhombiques.

La boracite au-dessus de 265° n'est pas pyroélectrique, elle l'est au contraire au-dessous de cette température. De plus, pendant le refroidissement du cristal, un dégagement

brusque et assez considérable d'électricité se produit à 265° et correspond au changement moléculaire.

Friedel, en collaboration avec J. Curie ou avec A. de Gramont, a encore étudié la pyroélectricité de la topaze et celle de la scolézite. Ces études donnent des renseignements précis sur la nature des mâcles très fréquentes dans ces cristaux. Il y a donc là une nouvelle méthode pour l'étude des mâcles des cristaux pyroélectriques.

Les conditions de symétrie nécessaires et suffisantes pour qu'un cristal soit pyroélectrique ou pour qu'il soit piézoélectrique sont aujourd'hui complètement établies.

Notices minéralogiques et cristallographiques. — Friedel a découvert et fait l'étude de plusieurs espèces minérales des plus intéressantes : la *wurtzite* (ou blende hexagonale), l'*adamine*, la *delafossite*, la *carnotite*. Le sulfure de zinc hexagonal a été découvert, en 1861, par Friedel, dans un minéral provenant d'une mine d'argent de Bolivie. Vers la même époque, cette substance a été obtenue chimiquement par MM. Sainte-Claire Deville et Troost; enfin on a retrouvé la wurtzite à Przibram (Bohême). L'adamine (arséniate de zinc hydraté), découverte par Friedel dans un échantillon provenant du Chili, a été étudiée par lui et par Des Cloizeaux ; on a retrouvé ce minéral au cap Garonne (Var) et au Laurium. La delafossite est un oxyde de fer et de cuivre provenant de Sibérie.

La carnotite, découverte au Colorado, a été étudiée par MM. Friedel et Cumenge en collaboration ; c'est un vanadate d'urane renfermant de très petites quantités de métaux radiants.

Je ne puis faire ici l'analyse des nombreuses notices de Friedel sur les minéraux et les formes cristallines de divers corps. Je rappellerai toutefois qu'il a trouvé une curieuse

mâcle du quartz où deux cristaux sont orientés à angle droit. Cette mâcle, qui n'existe pas dans la nature, a été obtenue dans une reproduction artificielle du minéral.

Je citerai encore le travail par lequel Friedel établit définitivement par l'analyse chimique que le fer météorique de Canôn Diablo contient du diamant (variété Carbonado); la présence du diamant dans les météorites avait été signalée antérieurement, mais n'avait jamais été démontrée d'une façon indiscutable.

Friedel a aussi reconnu un fait assez surprenant: c'est la présence de l'ammoniaque dans les cristaux d'apophyllite, qui en contiennent de 0,2 à 0,5 0/0. La présence de l'ammoniaque n'avait encore été signalée dans aucun minéral.

Reproductions artificielles de minéraux.— Les recherches de Friedel, relatives aux reproductions artificielles des minéraux, recherches qu'il a faites en collaboration pour la première partie avec M. Sarrasin, et pour la deuxième partie avec son fils, constituent son travail le plus important en minéralogie. Les résultats obtenus et aussi les conditions expérimentales de leur réalisation donnent à ce travail un intérêt considérable. Ces conditions (chauffe des éléments chimiques en présence de l'eau sous pression et à haute température) sont en effet tout à fait semblables à celles qui ont dû être employées par la nature dans un grand nombre de cas pour la production des roches, telles que les roches éruptives plutoniques, ou de minéraux, tels que ceux des filons.

Ce procédé de reproduction des minéraux est très général et très fécond, car, en le modifiant en chaque cas par l'addition de divers agents minéralisateurs, il est probable que presque tous les minéraux pourront être obtenus par son emploi. Une méthode analogue avait été antérieurement utilisée par Senarmont et par Daubrée; mais Friedel a su la

modifier et l'améliorer de manière à en étendre considérablement l'application. Il a fait construire, pour les chauffes sous pression, un tube de fer doublé de platine, fermé à ces deux extrémités par un boulonnage à vis. Dans ce tube résistant et aux parois inattaquables, il a pu chauffer des mélanges aqueux jusqu'à la température de 500°, malgré les pressions énormes qui devaient se développer dans l'intérieur de son appareil.

Dans une première série de recherches, MM. Friedel et Sarasin ont fait réagir directement les éléments chimiques de divers minéraux, principalement des silicates naturels; ils ont obtenu ainsi la reproduction de plusieurs des plus importants.

Ainsi, en chauffant au rouge sombre une bouillie aqueuse contenant de la silice gélatineuse, de l'alumine et de la potasse, ou mieux un mélange de silicate d'alumine précipité et de silicate de potasse, ils ont pu reproduire le *quartz* en cristaux assez gros pour pouvoir être mesurés au goniomètre de Wollaston; la *tridymite*, qui n'avait jamais été obtenue en présence de l'eau ni à si basse température; enfin le *feldspath orthose*, tantôt en lames aplaties sur la face g^1, tantôt en cristaux carrés allongés suivant les faces p et g^1, et présentant parfois les mâcles que l'on a l'habitude de rencontrer dans les cristaux naturels.

Avec du silicate d'alumine et du silicate de soude, Friedel et Sarasin ont obtenu l'*albite* ou l'*analcine*, suivant les proportions relatives des corps en présence.

Dans une deuxième série de recherches, non moins importante que la première, MM. Charles et Georges Friedel, opérant toujours par le même procédé, ont changé de point de départ : au lieu de faire réagir des produits chimiques proprement dits, c'est sur un minéral déjà formé, le *mica*, qu'ils ont fait agir diverses solutions alcalines. Ils ont obtenu

ainsi non seulement la reproduction de nouvelles espèces; mais ils ont, de plus, réalisé directement le procédé employé par la nature dans le métamorphisme des roches.

L'attaque du mica par une solution de potasse ou de silicate de potasse a donné la *néphéline* en petits hexagones, l'*orthose*, l'*amphigène* en cristaux quadratiques. Avec addition de chlorure de sodium, la *sodalithe* a été reproduite et la *noséane* avec addition de sulfate de soude. Enfin l'*anorthite* a été obtenue en petits cristaux, mesurables par l'action combinée de la chaux et du chlorure de calcium sur le mica.

En dehors de ces recherches générales, on doit à Friedel d'autres reproductions artificielles très intéressantes : reproduction de la *martite* par calcination à l'air des cristaux d'oxyde magnétique. Reproduction artificielle de la *boléïte* et de la *cumengéïte*, les magnifiques substances (oxychlorure de plomb et de cuivre), découvertes au Mexique par M. Cumenge. La boléïte contient un peu de chlorure d'argent, et Friedel montre que l'argent est, en effet, nécessaire pour la production des cristaux cubiques. Reproduction artificielle de l'*atacamite* par l'action d'une solution de perchlorure de fer sur le protoxyde de cuivre en tube scellé à 250°.

En collaboration avec M. Sarasin, Friedel obtient encore la *chalcoménite*, la *phosgénite*, la *libéthénite*. Enfin il effectue la reproduction de la *mellite*. En collaboration avec Crafts, il fit d'abord la synthèse de l'acide mellique; plus tard, en collaboration avec M. Balsohn, il obtint la mellite cristallisée en faisant arriver lentement (par le procédé du tube fêlé de Becquerel) du chlorure d'aluminium dans du mellate de potasse.

Travaux sur les combinaisons du silicium et du titane. — Les longues et belles recherches de Friedel sur les composés du silicium furent faites en collaboration avec son ami M. Crafts, celles sur les composés du titane en commun avec M. Guérin. Bien qu'il s'agisse là de recherches de chimie pure, ces recherches ont eu une conséquence importante en minéralogie, celle de fixer d'une façon définitive l'atomicité et le poids atomique du silicium. On a longtemps écrit avec Berzélius SiO^3 pour la formule de la silice, en assignant à Si le poids atomique 21. Aujourd'hui, avec la formule SiO^2, pour la silice, on adopte 28 pour poids atomique du silicium. Bien des raisons plaidaient en faveur de ce changement ; mais les travaux de Friedel et Crafts ont levé les derniers doutes et ont rendu ce changement absolument nécessaire. Le silicium se comporte, en effet, comme un élément tétratomique capable, dans certains cas, de se substituer au carbone dans les combinaisons organiques.

Recherches de chimie organique. — Les travaux de Friedel en chimie organique sont considérables. Ses recherches sur les acétones, les aldéhydes, les acides et alcools organiques, les synthèses au moyen du chlorure d'aluminium forment un ensemble imposant de travaux ; mais ces travaux n'intéressent pas actuellement directement les minéralogistes. Aussi n'avons-nous pas fait figurer la longue liste de ces recherches de chimie organique dans l'index bibliographique qui accompagne cette notice.

Cependant un jour viendra peut-être où ce long travail d'édification moléculaire auquel se livrent les chimistes et auquel Friedel a si largement contribué ne sera pas indifférent au cristallographe. Sans avoir une confiance exagérée dans les conceptions de la stéréochimie, il est permis d'y chercher des indications sur les liaisons moléculaires et sur

la symétrie des molécules. D'autre part, les cristallographes, depuis Bravais, font un travail précisément inverse ; ils cherchent à pénétrer plus profondément dans la structure de la maille de Bravais ; les recherches de Sohnke, de Mallard, de Schœnfliess, de Fédoroff, de Wallerant, sont comparables à des travaux de dissection. Un jour viendra peut-être où les chercheurs se rejoindront et se prêteront un mutuel appui.

LISTE DES TRAVAUX

DE

MINÉRALOGIE ET DE CHIMIE MINÉRALE

DE M. FRIEDEL.

C. R. *Comptes Rendus de l'Académie des sciences.*
B. S. C. *Bulletin de la Société de chimie.*
B. S. M. *Bulletin de la Société de minéralogie.*
A. C. P. *Annales de chimie et de physique.*
A. F. *Association française pour l'avancement des sciences.*
A. M. *Annales des Mines.*

Propriétés physiques des corps cristallisés.

1860. — Sur la pyroélectricité dans les minéraux bons conducteurs de l'électricité. L'Institut, 28e année, p. 420.
1869. — Même sujet. *A. C. P.*, 4e sér., 17, 79.
1874. — Sur les relations pouvant exister entre les propriétés thermoélectriques et la forme cristalline. *C. R.*, 78, 508, et *A. F.*, session de Lyon, p. 243.
1876. — Sur la thermoélectricité produite au contact d'un corps bon conducteur et d'un corps mauvais con-

ducteur de l'électricité. *A. F.*, session de Clermont, p. 249.

1879. — Sur la pyroélectricité de la topaze, de la blende et du quartz. *B. S. M.*, 2, 31.

Sur les houppes des cristaux polychroïques. *B. S. M.*, 2, 78.

1882. — Sur la pyroélectricité du quartz (en collaboration avec M. Jacques Curie). *B. S. M.*, 5, 282, et *C. R.*, 96, 1262 et 1389.

1883. — Sur la pyroélectricité de la blende, du chlorate de soude, de la boracite (en collaboration avec M. Jacques Curie). *B. S. M.*, 5, 191, et *C. R.*, 97, 61.

1883. — Sur la pyroélectricité de la topaze (en collaboration avec M. Jacques Curie). *B. S. M.*, 8, 16, et *C. R.*, 100, 213.

1885. — Sur la pyroélectricité de la scolézite (en collaboration avec M. de Gramont). *B. S. M.*, 8, 75.

Minéralogie et cristallographie

1856. — Sur un cristal de diamant hémitrope. Traité de minéralogie de Dufrénoy, 2e éd., t. 2, p. 92.

Sur deux cristaux de zircons basés. *A. M.*, 5e sér., t. 2, p. 626.

1861. — Sur le dimorphisme du sulfure de zinc (wurtzite). *C. R.*, 52, 983.

1866. — Sur l'adamine, nouvelle espèce minérale. *C. R.*, 62, 692, et *B. S. C.*, 5, 463.

Sur les cristaux de sulfure de zinc obtenus par M. Sidot. *C. R.*, 62, 1001.

1867. — Forme cristalline et composition du fluosilicate de magnésie. *B. S. C.*, 7, 97.

1869. — Forme cristalline de la benzine dibromée. *B. S. C.*, 11, 38.

1872. — Sur l'isomorphisme supposé de l'azotate de soude et du spath d'Islande. *B. S. C.*, 17, 482.

1873. — Sur la delafossite, nouvelle espèce minérale. *C. R.*, 77, 211, et *A. F.*, session de Lyon.
Analyse d'un tellurure d'or et d'argent d'Asie-Mineure. *B. S. C.*, 20, 481, et *A. F.*, Lyon, p. 254.
Sur la tridymite, *B. S. C.*, 20, 532.

1875. — Sur quelques altérations des agates et des silex. *C. R.*, 81, 979, et *A. C. P.*, 5e sér., 7, 540.

1876. — Sur l'identité de la gastaldite et du glaucophane. *B. S. C.*, 25, 146.
Histoire de la minéralogie, revue scientifique. 2, p. 505.
Sur des cristaux de fer oxydulés présentant une déformation singulière. *C. R.*, 83, 996.
Forme cristalline de l'azotite de baryum et du camphre monobromé. *B. S. C.*, 25, 49.
Sur les phosphates et arséniates hydratés de cuivre et de zinc (en collaboration avec M. Sarasin). *B. S. C.*, 25, 482.

1878. — Sur un pyroxène artificiel. *B. S. M.*, 1, 106.
Analyse de l'adamine du Laurium. *B. S. M.*, 1, 31.

1879. — Soufre cristallisé dans le système triclinique. *B. S. C.*, 32, 114.
Minéraux associés au diamant dans l'Afrique australe. *B. S. M.*, 2, 197.

1879. — Sur la forme cristalline de la guéjarite. *B. S. M.*, 2, 202.

1881. — Sur un nouveau gisement de dawsonite et sur la formule de ce minéral. *B. S. M.*, 4, 28, et *B. S. C.*, 32, 114.
Forme cristalline de l'acétate de benzhydrol. *B. S. M.*, 4, 228.
Forme cristalline du sélénite de cuivre (en collaboration avec M. Sarasin). *B. S. M.*, 4, 225.
Notice nécrologique sur M. Adam. *B. S. M.*, 4, 143.
Notice nécrologique sur M. H. Sainte-Claire Deville. *B. S. M.*, 4, 187.

1882. — Sur la brucite de Cogne (vallée d'Aoste). *B. S. M.*, 5, 321.

1883. — Sur la combustion du diamant. *B. S. C.*, 40, 514.

1884. — Sur la formule de la friedélite. *B. S. M.*, **7**, 71.
1886. — Observations sur une note de M. Wyrouboff sur l'isomorphisme. *B. S. M.*, **9**, 121.
1887. — Forme cristalline de la quercite. *C. R.*, **105**, 95.
Forme cristalline de la cinchonamine. *C. R.*, **105**, 985.
1888. — Sur une mâcle nouvelle du quartz. *B. S. M.*, **11**, 29.
Sur un gisement de diamants et de saphirs d'Australie. *B. S. M.*, **11**, 64.
1890. — Sur le fer météorique de Magura (Arva; Hongrie). En collaboration avec M. Berthelot. *C. R.*, **111**, 296.
1891. — Forme cristalline et propriétés optiques de la nouvelle variété cristalline de soufre de M. Engel. *C. R.*, **112**, 834.
Sur un diamant creux. *B. S. M.*, **14**, 7.
Sur la nesquehonite. *B. S. M.*, **14**, 60.
1892. — Sur une pierre de fronde canaque en péridot. *B. S. M.*, **15**, 255.
Sur une pyrite épigène renfermant du soufre. **15**, 123.
Présence du diamant dans le fer météorique de Cañan Diablo. *C. R.*, **115**, 1037, et *B. S. M.*, **15**, 257.
1893. — Sur la production du diamant. *C. R.*, **116**, 224.
Sur le fer météorique de Cañon Diablo. *C. R.*, **116**, 290.
1894. — Sur la composition de l'apophyllite. *B. S. M.*, **17**, 142, et *C. R.*, **118**, 1232.
1899. — Sur un nouveau minerai d'urane, la carnotite (en collaboration avec M. Cumenge). *B. S. M.*, **22**, 26, et *C. R.*

Reproductions artificielles de minéraux.

1873. — Reproduction de l'atacamite. *C. R.*, **77**, 211.
1886. — Reproduction de la wollastonite. *B. S. M.*, **9**, 193.
1892. — Reproduction de la percylite (cumengéite). *B. S. M.*, **15**, 96.
1894. — Sur la boleïte artificielle. *B. S. M.*, **17**, 6.
Sur la martite artificielle. *B. S. M.*, **17**, 150.
1880. — Reproduction des minéraux. — Revue scientifique, **19**, 242.

En collaboration avec M. *Sarasin :*

1879. — Reproduction artificielle du quartz cristallisé. *B. S. M.*, **2**, **113**.

Composition et reproduction artificielle de la hopéïte. *B. S. M.*, **2**, **153**.

Sur la libéthénite artificielle. *B. S. M.*, **2**, **157**.

Reproduction artificielle d'une matière feldspathique. *B. S. M.*, **2**, **158**.

1880. — Sur un silicate artificiel ressemblant à l'orthose. *B. S. M.*, **3**, **25**.

1881. — Reproduction par voie humide de l'orthose. *B. S. M.*, **4**, **171**, et *C. R.*, **92**, **1374**.

Reproduction de la phosgénite. *B. S. M.*, **4**, **175**.

Reproduction de la chalcoménite. *B. S. M.*, **4**, **176**.

1882. — Synthèse de la leadhillite. *B. S. M.*, **5**, **121**.

1883. — Reproduction artificielle de l'albite. *C. R.*, **97**, **290**.

1885. — Cristallisation de la calcite en présence d'une solution de chlorure de calcium. *B. S. M.*, **8**, **304**.

En collaboration avec M. *Crafts :*

1880. — Synthèse de l'acide mellique. *B. S. M.*, **3**, **189**, et *B. S. C.*, **34**, **626**.

En collaboration avec M. *Balsohn.*

1881. — Reproduction artificielle de la mellite. *B. S. M.*, **4**, **26**.

En collaboration avec M. *Georges Friedel.*

1890 et 1891. — Action des alcalis et des silicates alcalins sur le mica. *C. R.*, **110**, **1170**, et *B. S. M.* — 1° Production de la néphéline, de l'amphigène, de l'orthose, **13**, **129**; — 2° Production de l'amphigène et de la sodalithe, **13**, **182**; — 3° Action de la chaux et du chlorure de calcium sur le mica, **13**, **233**; — 4° Action de la soude et du sulfate de sodium sur le mica, **13**, **238** ; — 5° Action du sodium et du carbonate de sodium sur le mica, **14**, **69**.

Recherches sur les combinaisons du silicium.

1863. — Sur quelques combinaisons organiques du silicium et sur le poids atomique de cet élément. (en collaboration avec M. Crafts). *C. R.*, **56**, 590 ; *B. S. C.*, 174 et 238.

Sur le silicium méthyle et sur les éthers méthylsiliciques (en collaboration avec M. Crafts). *C. R.*, **60**, 170 ; *B. S. C.*, 2e sér., **3**, 356.

Sur un nouvel alcool dans lequel une partie du carbone est remplacée par du silicium (en collaboration avec M. Crafts). *C. R.*, **61**, 792.

1867. — Sur quelques combinaisons du silicium et sur les analogies de cet élément avec le carbone (en collaboration avec M. Ladenburg). *C. R.*, **64**, 359 ; *B. S. C.*, 2e sér., **7**, 322.

Sur le mercaptan silicique (en collaboration avec M. Ladenburg). *C. R.*, **44**, 1095, et *B. S. C.*, 2e sér., **7**, 472.

1868. — Sur l'iodure de silicium. *B. S. C.*, 2e sér., t. **9**, p. 1, Action du bromure de silicium sur l'éther silicique *B. S. C.*, 2e sér., **9**, 1.

Sur l'oxybromure de silicium (en collaboration avec M. Ladenburg). *C. R.*, **66**, 530.

Action du brome sur l'éther silicique (en collaboration avec M. Ladenburg). — *B. S. C.*, 2e sér., **8**, 177.

Sur les dérivés d'un radical silico-allyle (en collaboration avec M. Ladenburg) *C. R.*, **66**, 816.

Sur l'iodure de silicium et sur le silici-iodoforme. *C. R.*, **67**, 98, et *B. S. C.*, 2e sér., **10**, 82.

1869. — Action de l'étincelle électrique sur l'hydrogène silicié. *B. S. C.*, 2e sér., **11**, 2.

1869. — Hexaiodure de silicium. *B. S. C.*, 2e sér., **11**, 186.

Sur la série éthylique du silicium (en commun avec M. Ladenburg). *C. R.*, **68**, 420, et *B. S. C.*, 2e sér., **12**, 92.

Hexabromure de silicium. Berichte der deutschen Chemgessellsch., **2**, 715. — *B. S. C.*, 2me sér., **13**, 3.
Hexachlorure de silicium. — Berichte der deutschen Chemgessellsch., **2**, 747.

1870. — Sur l'acide silicopropionique (en collaboration avec M. Ladenburg). — *C. R.*, **70**, 1407.

1870. — Recherches sur les combinaisons du silicium avec les radicaux alcooliques (en collaboration avec M. Crafts). *A. C. P.*, 4e sér., **19**, 47.

1871. — Hexachlorure et hexabromure de silicium. *C. R.*, **73**, 497 et 1011 ; *B. S. C.*, 2me sér., **16**, 244.

1872. — Transformation de l'iodure de silicium en éther silicique. *B. S. C.*, 2e sér., **17**, 290.

1871. — Sur le silichloroforme et sur les composés qui en dérivent (en collaboration avec M. Ladenburg). — *A. C. P.*, 4e sér., **23**, 430.

1872. — Sur le siliciiodoforme et sur l'iodure de silicium. *A. C. P.*, 4e sér., **25**, 423.
Sur un mercaptan silicique et sur le chlorobromure de silicium (en collaboration avec M. Ladenburg). *A. C. P.*, 4e sér., **27**, 416.
Sur un anhydride mixte silico-acétique (en collaboration avec M. Ladenburg. *A. C. P.*, 4e sér., **27**, 428.

Recherches sur les combinaisons du titane.

1870. — Sur la trichlorhydrine titanique (en collaboration avec M. Crafts). *B. S. C.*, 2e sér., **14**, 98.

1874. — Sur quelques réactions des chlorures de titane. *B. S. C.*, 2e sér., **21**, 145.
Sur un oxychlorure de titane (en collaboration avec M. J. Guérin). *B. S. C.*, 2e sér., **21**, 241, et **22**, 481.
Sesquioxyde de titane (en collaboration avec M. J. Guérin. *B. S. C.*, 2e sér., **22**, 482.

1875. — Azoture de titane (en collaboration avec M. J. Guérin). *B. S. C.*, **24**, 530.
Sur quelques combinaisons du titane (en collaboration avec M. J. Guérin). *C. R.*, **81**, 889.

Séparation du fer et du titane (en collaboration avec M. J. Guérin). *B. S. C.*, 2e sér., **23**, 289.

1876. — Sur quelques combinaisons du titane (en collaboration avec M. J. Guérin). *C. R.*, **82**, 509, et 972; *A. C. P.*, **8**, 24, et *A. F.*, Congrès de Nantes, 430; *A. C. P.*, 5e sér., **8**, 24.

Recherches diverses.

1874. — Réaction du sulfate d'alumine sur le fluorure de calcium. *B. S. C.*, 2e sér., **21**, 241.

1883. — Observations sur l'expérience de M. W. Spring relative à la compression des corps solides en poudre. *B. S. C.*, **39**, 626, et **40**, 526.

1887. — A propos d'une communication de M. J. Muller sur une nouvelle classe de ferro et de ferricyanures. *C. R.*, **104**, 995.

1888. — Densité de vapeur du chlorure d'aluminium (en collaboration avec M. Crafts). *C. R.*, **106**, 1764.

Densité du chlore et densité de vapeur du chlorure ferrique (en collaboration avec M. Crafts). *C. R.*, **107**, 301.

Densité de vapeur du perchlorure de gallium (en collaboration avec M. Crafts). *C. R.*, **107**, 306.

1890. — Poids moléculaire du chlorure d'aluminium. *A. C. P.*, **39**, 171.

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE MINÉRALOGIE

ANNÉE 1900. — BULLETIN N° 7.

Compte Rendu de la séance du 19 juillet 1900.

PRÉSIDENCE DE M. WALLERANT.

M. L. BOURGEOIS lit le compte rendu de la visite à l'Exposition.

Compte Rendu de la visite faite par la Société de Minéralogie à l'Exposition universelle internationale de 1900.

Par M. L. BOURGEOIS.

Ainsi qu'elle l'avait déjà fait en 1889, la Société française de Minéralogie avait décidé, dans sa séance du 10 mai, qu'elle procéderait à une visite détaillée de toutes les parties de l'Exposition universelle internationale de 1900 présentant quelque intérêt au point de vue de la minéralogie et de la cristallographie, et elle avait bien voulu me charger d'organiser cette excursion.

Le rendez-vous était fixé pour le jeudi 28 juin, à neuf

heures du matin, au pied du pilier Est de la tour Eiffel.

Étaient présents : MM. Baret, Bel, Blondel, Mme Boubée, Bourgeois, Dufet, de la Durandière, Gaubert, Gentil, Joffre, Kunz, Lacour, de Lapparent, Le Châtelier, de Mauroy, Michel, intendant général Pavot, Pisani, abbé Porcher, Richard, Stuer, Taub, Termier, Wallerant, de Watteville, Wyrouboff, Zujovic.

MM. le général Avon, G. Bertrand, Boubée, Carimey, Clarke, Dumont, Jollivet, Haiche, G. Lemoine, Lemoine fils, Mémin, Perruchot, Mme Stuer, A. Verneuil, présentés par des membres de la Société, s'étaient joints à la réunion.

S'étaient excusés de ne pouvoir s'y rendre, nos collègues, MM. Barrois, Bergeron, Bureau, Chabrié, Cumenge, Damour, Demarty, de Gramont, Kampmann, Lovisato, Maskelyne et Offret.

Avant de pénétrer dans les palais du Champ-de-Mars, nous commençons par jeter un coup d'œil sur le chalet du Club alpin français, dans lequel notre collègue, M. Demarty, expose une série de roches et minéraux d'Auvergne, des objets d'ornement en améthyste, jaspe, silex, etc., de cette région, un relief de la chaîne des Puys au 1/20000, avec les teintes conventionnelles de la carte géologique ; nous voyons aussi, entre autres choses, un beau quartz enfumé du glacier d'Argentière.

Nous entrons alors dans le palais du Champ-de-Mars, consacré aux mines et à la métallurgie, en vue de parcourir la classe 63, exploitation des mines, minières et carrières. Nous nous rendons d'abord à la section norvégienne, où nous admirons les échantillons présentés par les mines d'argent de Kongsberg, mines du Pauvre et du Roi ; au milieu de nombreux types d'argent filiforme et d'autres minerais d'argent, nous remarquons un argent natif en très beaux cubes et cubo-octaèdres qui constitue une pièce unique.

Tout à côté, MM. Schmidt et Thomsen exposent, par l'entremise de M. et Mme Boubée, de belles thorites et orangites sur gangue et en cristaux isolés. Dans la même salle sont des monuments en labrador et gabbro polis, du plus somptueux effet artistique, et aussi des échantillons de « pierre de savon », de la carrière de Gudbrandsdalen, servant de pierre de taille (cathédrale de Trondhjelm), de briques réfractaires, etc.

Un trajet de quelques mètres à peine nous conduit aux États-Unis, pays qui, comme en 1889, se trouve aujourd'hui représenté de la façon la plus brillante. M. G. Kunz, de la maison Tiffany et Compagnie, nous fait les honneurs de ses vitrines, où s'accumulent : diamants de la Californie, rubis et grenats rhodolites de la Caroline du Nord, tourmalines, béryls et aigues-marines, zircons, opales, cristal de roche, énorme boule taillée couronnant l'étalage, améthystes, turquoises, rhodonites, diallogite en rhomboèdres transparents d'un beau rouge, etc. A titre de comparaison, quelques minéraux et gemmes d'autres provenances.

Tout à côté, M. W.-M. Foote, de Philadelphie, a exposé, de même qu'en 1889, une série très étendue de minéraux de toute espèce, provenant, pour la plupart, des États-Unis, notamment herdérite, pollux (très grands cristaux), thaumasite bien cristallisée, lanthanite, pierre des Amazones, grenats, endlichite, fer météorique, wulfénite.

Nous admirons encore, dans la section nord-américaine, une belle collection minéralogique générale rassemblée par la Geological Survey, des pépites d'or de Californie, de la malachite en grandes masses, de l'azurite, du cuivre natif du lac Supérieur, particulièrement un échantillon de ce métal en cubes dans une calcite bien transparente, des borates de Borax lake, des gypses en cristaux de dimensions prodigieuses, du carborundum, etc.

Les sections autrichienne et hongroise nous offrent des sels gemmes de Wieliczka, des minerais d'or, du réalgar, de l'orpiment, des minerais de tellure, une très grande quantité de tellure pur sous ses différents aspects, préparés par M. le professeur Schelle, de Schemnitz, des opales de toute beauté, etc.

Nous montons aux salles du premier étage; la section japonaise nous fait voir de superbes quartz màclés, des stibines remarquables. Nous notons encore les belles cartes géologiques dues exclusivement à des savants du pays. M. Takudzi Ogawa, ingénieur géologue, nous détaille les points intéressants de cette section.

Nous donnons un coup d'œil à des roches de Sardaigne, exposées par M. le professeur Lovisato, dans la section italienne, aux succins de la section allemande ; nous parcourons les belles salles de la Carte géologique détaillée de la France, ornées de cartes et coupes qui représentent d'une si expressive façon la configuration compliquée de nos principaux gîtes miniers. Nous rencontrons, un peu plus loin, les vitrines de M. Stuer, si bien présentées, si bien faites pour inspirer aux profanes le goût de notre science.

Redescendant, quittant le palais des Mines et traversant en large les jardins, nous entrons dans les palais de l'autre côté du Champ de Mars. Nous sommes forcés par le temps de traverser trop rapidement les produits chimiques, classe 87, exposés au premier étage du palais des Industries chimiques. Tout le monde admire cependant les beaux cristaux artificiels de substances organiques exposés par M. Tanret, et, à l'autre bout de la galerie, la prodigieuse série de sels de terres rares, extraites, en plusieurs années de travail, de 3.000 kilogrammes de sables monazités, par MM. Chenal, Douilhet et Cie, suivant les méthodes de MM. Wyrouboff et Verneuil. Les nuances extraordinaires et les belles formes cristallines des

sulfates de néodyme, praséodyme et samarium (ancien didyme) enlèvent tous les suffrages (1).

Quelques-uns d'entre nous descendent un instant au musée centennal de la classe 87, renfermant beaucoup de souvenirs des chimistes anciens ou contemporains, notamment minéraux artificiels, par H. Sainte-Claire Deville, par Debray (acide arsénieux sous ses deux formes), bleu égyptien par M. Fouqué, rubis par MM. Fremy et Verneuil; ils visitent ensuite la section allemande, imposante exposition collective et anonyme (produits aromatiques, beaux cristaux d'indigotine artificielle, benzidine, alizarine, thymol, ferrocyanures, sels de Stassfurt, etc.).

Poursuivant notre parcours des galeries du premier étage, nous arrivons au Palais de l'Éducation et de l'Enseignement, classe 3, enseignement supérieur, institutions scientifiques. M. Termier appelle notre attention sur de fort belles préparations microscopiques de minéraux et roches, exécutées par son préparateur M. Terrier. Non loin de là, M. Bel nous présente des minéraux, roches et fossiles divers, qu'il a rapportés du Laos et du Siam. Nous nous arrêtons ensuite devant les vitrines des laboratoires d'enseignement supérieur et particulièrement devant celles de la Sorbonne. M. Hautefeuille, notre éminent président, y a exposé une incomparable série de minéraux artificiels, en partie en collaboration avec M. Perrey, obtenus par des chauffages prolongés pendant des mois entiers. Nous y trouvons des zircons, émeraudes, phénacite, anatase, etc.; les zircons, particulièrement, sont plus beaux que ceux de la nature. La même vitrine renferme encore de beaux tungstates artificiels de M. L. Michel (wolfram, scheelite, powellite, etc.).

(1) Ces 3.000 kilogrammes de sables à monazite ont fourni, après élimination des oxydes de cérium et de thorium, environ 300 kilogrammes d'oxydes des autres métaux rares.

L'exposition des Sociétés savantes nous offre en bonne place un exemplaire relié de toutes les publications de notre Société parues depuis 1889, exposé au nom de celle-ci.

Tout près de là, dans la classe 2, enseignement secondaire, M. et Mme Boubée nous font voir leur très belle exposition (calcite en gros scalénoèdres, stibine du Japon, dioptase, boléite, cumengéite, etc.).

Au même étage, nous trouvons, en traversant quelques salles, une partie de la classe 15, instruments de précision et d'optique. C'est là que réside une remarquable exposition collective des fabricants allemands d'instruments de précision. Le représentant de cette association, M. Drosten, ainsi que MM. les Professeurs Westphal et Czapski, avec une parfaite amabilité, nous en font visiter tous les détails ; signalons particulièrement les microscopes de Fuess, pour la minéralogie et pétrographie, surtout le nouveau modèle avec nicols pouvant être à volonté rendus solidaires, les goniomètres de la même maison, les microscopes et objectifs si renommés de Zeiss et de Leitz, les réfractomètres de Pulfrich et d'Abbe, construits par la maison Zeiss, la verrerie d'Iéna, ustensiles de chimie en verre très résistants aux chocs, aux changements brusques de température et aux agents corrosifs, verres d'optique, notamment flints extra-lourds ($n_D = 1,97$), lentilles en silice fondue, etc.

Revenus au rez-de-chaussée du même palais, nous visitons la section française de la même classe : spectroscope à échelle réglable, en longueurs d'onde, par M. A. de Gramont ; microscopes de la maison Nachet, notamment grand modèle minéralogique, avec tous les derniers perfectionnements, autre modèle avec nicols pouvant être rendus solidaires dans leur rotation, comme dans le modèle Fuess, enfin grand microscope pour examiner les objets opaques, même sous les plus forts grossissements.

Sortis du palais, nous entendons le canon de la tour Eiffel qui sonne l'heure de midi ; nous avons heureusement pu remplir tout notre programme de la matinée ; mais nous sommes un peu fatigués. Traversant le pont d'Iéna, nous arrivons au restaurant Algérien, où le déjeuner nous attend.

Après une heure et demie de repos bien gagné, nous allons nous remettre en marche au milieu des pavillons du Trocadéro. Mais l'affluence du public, la chaleur (heureusement moins torride que celle d'aujourd'hui) rendront la fin de l'excursion moins agréable. Nous allons perdre un peu de notre cohésion, et des vides regrettables vont se faire dans nos rangs.

Nous commençons par le pavillon officiel de l'Algérie, où des séries de roches et de minerais très intéressants sont présentés par nos collègues, MM. Pouyanne et Gentil ; nous traversons la Tunisie ; puis la Nouvelle-Calédonie, où de substantielles explications nous sont fournies par MM. Dislère et Caubry ; l'exposition des colonies danoises, avec d'admirables échantillons de spath d'Islande, les uns revêtus de leurs faces naturelles et de leur cortège de zéolithes, les autres en solides de clivage d'une irréprochable transparence.

Le palais de l'Asie Russe nous offre, comme en 1889, de fort belles topazes et autres gemmes, de la maison Ovtchinnikoff, des dioptases, des objets d'ornement en rhodonite, notamment une coupe monumentale de cette dernière substance.

Nous allons faire un assez long séjour dans le groupe des colonies anglaises : Ceylan nous montre de très nombreuses et variées gemmes taillées ; l'Inde anglaise, des corindons, des muscovites, etc. Au Canada, où l'ingénieur, M. Faribault, nous fournit des renseignements précieux, nous admirons notamment l'or du Klondyke, des apatites, des plaques de labrador et sodalite d'un merveilleux chatoiement, des

modèles en relief de mines, à segments mobiles. Enfin, en Australie occidentale, guidés par un autre très aimable ingénieur, M. Holroyd, nous sommes éblouis par des pépites d'or de poids et dimensions fabuleuses, par des minerais tellurés de ce précieux métal, petzites, calavérites, etc., par des éponges d'or naturelles, ce qu'on appelle de la « moutarde d'or ».

Nous avons encore bien du chemin à faire pour accomplir notre programme, et nous nous arrachons à regret à la contemplation des splendeurs du Trocadéro. Les plus courageux gagnent donc la grande passerelle du palais des Armées, et nous voici de nouveau sur la rive gauche. Nous nous engageons dans la « rue des Nations ».

Le Mexique nous offre de beaux échantillons du Boleo, présentés par M. Cumenge, boules d'azurite ou « boleos », cristaux de boléite, de cumengéite, etc. Tout près de là, nous jetons un rapide coup d'œil dans le pavillon hellénique, aux minerais du Laurium, moins bien présentés qu'en 1889, aux minerais de mercure du Mont Avala en Serbie, aux sels gemmes de Roumanie, aux beaux marbres brèches du Portugal. Dans le pavillon si original de la Finlande, nous observons des plaques polies de granites orbiculaires, des pierres ollaires, la météorite de Bjurböla, chondrite exempte de fer métallique, très nombreux et énormes fragments tombés le 12 mars 1899, les cartes géologiques; tous ces objets sont décrits dans une excellente brochure publiée par la Commission géologique de Finlande, brochure qu'on distribue gratuitement sur place.

Nous voici enfin arrivés à l'Esplanade des Invalides : classe 85, joaillerie et bijouterie. Nous nous rendons à la section des États-Unis pour voir les vitraux de la maison Tiffany et Cie, dont M. Kunz nous fait encore les honneurs, et nous trouvons sous la forme taillée et montée les gemmes

que nous avons vues brutes dans la matinée au Champ de Mars (topazes énormes, béryls, zircons, péridots, rubis, saphirs, opales, alexandrite, rhodonites, etc.). M. Foote nous montre ensuite une autre collection de minéraux américains bien choisis pour l'étude. Tout à côté se trouve un étalage de turquoises, puis les bois silicifiés de l'Arizona, à l'état de tables polies, avec leur riche variété de teintes. Traversant encore quelques salles, nous atteignons la section russe, et nous ne pouvons passer sous silence la célèbre carte de France en marqueterie de roches dures, avec incrustation de gemmes, le tout de provenance russe, offerte à notre pays par S. M. l'empereur de Russie; tout près de là se voit une curieuse collection de bijoux appartenant à l'impératrice.

Traversant l'avenue centrale, nous arrivons à la section française de la joaillerie; le superbe diamant « jubilee », isolé sur un support tournant, s'impose aux regards de tous. Dans la vitrine de nos meilleurs artistes, voici une foule de diamants, les uns incolores, les autres doués de vives couleurs, des rubis, des saphirs, etc., montés dans les conditions les meilleures pour faire ressortir leurs qualités. Notons au passage un gros diamant jaune octaèdre, qui n'a été que partiellement taillé et que la maison Lalique a monté d'une façon très originale.

Derrière le palais des Invalides, et à l'angle des rues de Grenelle et de Constantine, nous découvrons une annexe très intéressante consacrée à des tailleries de pierres précieuses; les échantillons de gemmes brutes exposés par les maisons Gauthier et Pinier sont fort curieux, de même que les diamants colorés qu'expose M. Eknayan.

Il est alors environ six heures du soir. Tout le monde n'arrive pas simultanément au terme de l'excursion, et nous avons expliqué plus haut les causes de cet éparpillement.

Aussi nous n'avons pu voter ce jour-là, ainsi qu'on l'avait fait en 1889, des remerciements à tous ceux, sociétaires ou non, commissaires, ingénieurs, exposants, etc., qui ont contribué à l'intérêt et à l'agrément de cette réunion. Permettez-moi de demander à la Société de vouloir bien le faire aujourd'hui.

Ed. Jannettaz.

Par M. L. Michel.

La Société de Minéralogie vient de perdre un de ses membres les plus actifs et les plus dévoués. M. Édouard Jannettaz, maître de Conférences à la Faculté des Sciences de Paris, assistant de minéralogie au Muséum d'histoire naturelle et ancien Président de la Société.

Les travaux de M. Jannettaz ont porté sur la plupart des branches de la minéralogie, et notamment sur la propagation de la chaleur dans les substances à structure cristalline ou schisteuse ; les résultats de ses belles recherches sur ce sujet sont connus de tous ceux qui s'intéressent au développement de cette science.

Les publications de M. Jannettaz sont très nombreuses ; nous nous contenterons d'en indiquer les principales.

TRAVAUX DE M. Ed. JANNETTAZ

I. — *Recherches sur la propagation de la chaleur dans les substances à structure cristalline ou schisteuse.*

Sur les anneaux colorés produits dans le gypse par la pression et sur leur connexion avec l'ellipsoïde des conductibilités thermiques et avec les clivages. *C. R.*, **74**, p. 940; 1872.

Sur l'emploi d'un prisme biréfringent pour la détermination des ellipses. *C. R.*, **78**, p. 413; 1874.

Sur la propagation de la chaleur dans les roches schisteuses. *Ibid.*, p. 1202.

Sur les anneaux colorés produits par la pression dans le gypse et sur leurs connexions avec les coefficients d'élasticité. *C. R.*, **82**, p. 839.

Mémoire sur la propagation de la chaleur dans les corps cristallisés. *Ann. de Ch. et de Phys.*, 4e série, **29**, p. 5; 1873 (Thèse de Doctorat).

Sur la conductibilité des corps cristallisés pour la chaleur et sur la conductibilité des couches du globe pour le son. *B. S. G.* (1), 3e série, **1**, p. 117.

Sur les propriétés thermiques des cristaux. *Ibid.*, p. 252.

Sur la propagation de la chaleur dans les roches à texture schisteuse. *Ibid.*, **4**, p. 264.

De la propagation de la chaleur dans les corps; de ses relations : 1° avec la structure des minéraux; 2° avec le métamorphisme des roches. Description de l'ellipsomètre. *Ibid.*, **3**, p. 499.

Sur l'analyse minéralogique de quelques roches de la Haute-Savoie et sur leurs propriétés thermiques; 2° sur les applications des propriétés thermiques à la cristallographie. *Ibid.*, **4**, p. 1.

Sur la conductibilité thermique dans certaines roches rendues artificiellement schisteuses. *Ibid.*, p. 553.

(1) *Bull. de la Soc. géologique de France.* Pour les autres abréviations, voir la notice de Friedel, p. 183.

Relations entre la propagation de la chaleur et l'élasticité sonore dans les roches et dans les corps cristallisés. *Ibid.*, **5**.

Mémoire sur les connexions de la propagation de la chaleur avec leurs différents clivages et avec les mouvements du sol qui les ont produits. *Ibid.*, **9**.

Sur un appareil à conductibilité thermique. *B. S. M.*, **1**, p. 19.

Sur l'équation des courbes isothermiques. *Ibid.*, **7**, p. 169.

Sur la propagation de la chaleur ; nouvelles recherches. *Ibid.*, **15**, p. 133.

Nouvel ellipsomètre, **14**, p. 237 ; *Ibid.*, **15**.

Note sur l'ellipsomètre, *Ibid.*, **16**, p. 205.

Méthode de calcul pour déterminer l'ellipsoïde de la propagation de la chaleur dans les cristaux asymétrique, *Ibid.*, **17**, p. 141.

II. — *Études cristallographiques, physiques et chimiques sur les espèces minérales.*

Sur la variation de la forme dans les aluns. *Bull. Soc. chim. de Paris*, 1870, p. 3.

Sur les colorations du diamant dans la lumière polarisée. *B. S. M.*, **2**, p. 124.

Sur les phénomènes optiques de l'alun comprimé. *Ibid.*, p. 191.

Sur un nouveau type de cristaux idiocyclophanes. *C. R.*, **74**, p. 663; 1872.

Note sur les phénomènes optiques de la pyromorphite et de la mimétite. *B. S. M.*, **4**, p. 39.

Sur les relations des phénomènes optiques et de la composition chimique dans la pyromorphite et dans la mimétite (*en collaboration avec M. Michel*). *Ibid.*, p. 196.

Sur l'origine des couleurs et sur les modifications que leur font éprouver l'action de la lumière et l'état de l'atmosphère dans les substances minérales. *B. S. G.*, 2e série, **24**, p. 682.

Note pour servir à l'étude des roches de la Nouvelle-Calédonie. *B. S. G.*, 2e série, **24**, p. 451.

Sur une roche talqueuse de la Nouvelle-Calédonie. *Ibid.*, 3e série, **4**, p. 449.

Sur l'analyse minéralogique de quelques roches de la Haute-Savoie. *Ibid.*, 3e série, **4**, p. 416.
Sur la paragonite schisto-fibreuse de Changé (Mayenne). *Ibid.*, 3e série, **10**, p. 396.
Sur la bauxite de la Guyane française. *Ibid.*, **1**, p. 70.
Sur les roches cristallisées de la Guyane française et sur le gisement primitif de l'or de cette contrée. *B. S. G.*, 2e série, **24**, p. 684.
Sur les minéraux et les roches recueillies dans l'Alaska et les îles Aléoutiennes. *Ibid.*, 3e série, **2**, p. 122.
Sur un clinochlore du Japon. *Ibid.*, **25**, p. 290.
Sur la formation du silex cacholong dans les silex de Champigny. *Ibid.*, **25**, p. 838.
Sur les minéraux de fer pisolithiques des environs de Paris. *Ibid.*, **28**, p. 197.
Sur l'existence de la néphéline dans les blocs d'oligoclase ponceux à Denise (*en collaboration avec M. des Cloizeaux*). *B. S. M.*, **5**, p. 320.
Sur le pyroxène vert des mines du Cap. *Ibid.*, **5**, p. 281.
Sur un sulfate de cuivre et de cobalt hydraté triclinique. *Ibid.*, **6**, p. 2.
Sur des pierres taillées en statuettes du haut Mexique (*en collaboration avec M. Michel*). *Ibid.*, **6**, p. 34.
Sur la buratite du Laurium. *Ibid.*, **8**., p. 43.
Note sur la chrysocole de Boléo (Californie). *Ibid.*, **9**, p. 211.
Analyse chimique et optique de l'uranite de Madagascar. *Ibid.*, **9**, p. 47.
Sur un nouveau gisement de schéelite. *Id.*, **9**, p. 39. (*En coll. avec M. Goguel.*)
Sur le génite des Pyrénées. *Ibid.*, **11**, p. 206.
Sur la pharmacolite de Sainte-Marie-aux-Mines. *Ibid.*, p. 212.
Sur la wernérite du Chili. *Ibid.*, **12**, p. 445.
Sur le dioptase du Congo français. *Ibid.*, **13**, p. 159.
Sur l'argent natif du Congo français. *Ibid.*, **14**, p. 65.
Sur la turquoise dite de nouvelle roche. *Ibid.*, **13**, p. 106.
Sur le feldspath orthose des basaltes de Royat. *Ibid.*, **13**, p. 372.
Sur l'historique du blanchiment du diamant. *Ibid.*, **14**, p. 65.
Sur le talc de Madagascar. *Ibid.*, **14**, p. 66.

Sur d'autres matières minérales de Madagascar. *Ibid.*, 14. p. 66.
Sur la matière colorante des calcaires noirs des Pyrénées. *Ibid.*, 15, p. 101.
Sur le grenat pyrénéite. *Ibid.*, 4, p. 127.
Sur le calcaire noir renfermant les émeraudes de Muso. *Ibid.*, p. 132.
Sur un diamant à faciès d'argent natif. *Ibid.*
Sur un diamant du Cap. *Ibid.*, 8, p. 42.
Sur la lanarkite. *C. R.*, 76, p. 1420.
Note sur l'emploi du bisulfate de potasse comme agent révélateur de la galène dans ses mélanges. — Action du bisulfate de potasse sur les monosulfures. *Ibid.*
Sur les observations de M. Spring, relatives à l'influence de la pression sur les combinaisons et les cristallisations. *Bull. Soc. Ch.*, 50 et 51.

III. — *Ouvrages de vulgarisation.*

Le Chalumeau. 1 vol., 1876.
Les Roches. 1re édition, 1874; 2e édition, 1884; 3e édition; 1 vol. gr. in-8°, 1899.
Diamant et pierres précieuses. 1 vol. gr. in-8°.
Cours de cristallographie (autographié).

Compte Rendu des publications étrangères.

G. Flink, G.-B. Boggild et Chr. Winther. — Minéraux de Julianehaab recueillis par G. Flink en 1897 (*Meddelelser om Grönland*, XXIV, 1899).

En 1897, M. G. Flink, chargé d'une exploration géologique et géographique au Groenland, a rapporté de cette région un grand nombre de minéraux intéressants, parmi lesquels se trouvent les espèces décrites dans *Bulletin* de la Société (nos 1

et 2, p. 25) : ancylite, cordylite, chalcolamprite endeiolite, leucosphénite, lorenzenite, narsarsukite, spodiophyllite, tainiolite, épistolite, britholite et schizolite.

Les roches du sud de Groenland sont des granites et des gneiss ayant des caractères uniformes et pauvres en minéraux; mais les syénites de Firths de Tunugdliarfik et Kangerdlarsuk, dans le voisinage de Julianehaab, sont très riches en espèces minérales rares. Les minéraux suivants viennent de Narsarsuk, qui signifie, dans le langage des Esquimaux, « grande plaine ». Cette grande plaine, de 3 à 4 kilomètres carrés, est située entre les « Firths » de Igaliko et Tunugdliarfik.

Graphite. — Il se présente en masses compactes ou en petites lames cristallines associées à la tainiolite. C'est un des minéraux les plus récemment formés.

Galène. — Les cristaux de galène présentent les faces du cube; mais la plupart sont arrondies et de formes irrégulières.

Blende. — Un seul spécimen a été observé. La blende se trouve en petits grains irréguliers.

Fluorine. — C'est un des minéraux les plus communs de cette région. Les cristaux atteignent 1/2 centimètre.

Quartz. — Les cristaux de quartz présentent des formes assez nombreuses:

$(10\bar{1}0)$, $(10\bar{1}1)$, $(20\bar{2}1)$, $(30\bar{3}1)$, $(80\bar{8}1)$, $(01\bar{1}1)$, $(01\bar{1}2)$, $(\bar{2}111)$, $(7\bar{1}81)$, $(\bar{2}1.9.12.7)$, $(\bar{1}545)$.

La *calcite*, la *dialogite ferrifère* ne présentent rien de particulier.

Parisite. — Les formes cristallines sont intéressantes. Seize formes cristallines ont été observées :

(0001), (1010), $(11\bar{2}0)$, $(1\bar{1}05)$, $20\bar{2}9)$, $(2\bar{2}09)$, $(1\bar{1}02)$, $(20\bar{2}3)$, $(30\bar{3}4)$, $(\bar{3}304)$, $(10\bar{1}1)$, $(40\bar{4}8)$, $(30\bar{3}2)$, $(\bar{3}302)$, $(\bar{3}301)$, $(11\bar{2}1)$.

Les cristaux se présentent en rhomboèdres aigus. La forme prédominante est celle du rhomboèdre $(30\bar{3}2)$.

Les mâcles, ayant la base a^1 (0001) pour plan d'association, sont fréquentes. L'un des cristaux à tourné de 60° autour de l'axe vertical.

La densité est de 3,302, alors que celle des échantillons de Muso est de 4,355.

Les indices de réfraction sont plus élevés que ceux de la parisite de Muso :

	Vert	Jaune	Rouge
ϖ	1,6767	1,6742	1,6718
ε	1,7729	1,7701	1,7664
$\varepsilon - \omega$	0,0961	0,0959	0,0946

La composition est aussi différente :

CO^2, 26,54 ; Ce^2O^3, 28,14 ; $La^2O^3 + Di^2O^3$, 22,88 ; Y^2O^3, 1,23 ; CaO, 17,13 ; Na^2O, 0,19 ; K^2O, 0,12 ; F, 5,82 — (O = 2,45). — Total : 99,60.

La formule $CeFCaC^2O^6$, dans laquelle Ce représente tous les métaux rares, indique la composition de la parisite de Narsarsuk, alors que $Ce^2F^2CaC^3O^9$ donne la composition de celle de Muso.

En outre, il n'y a pas de véritables clivages dans la parasite de Narsarsuk. Toutes ces différences sont cependant insuffisantes pour faire de ce minéral une espèce nouvelle.

Eudidymite. — Ce minéral est très rare dans cette localité ; les formes nouvelles sont (0 53) $(\overline{15}.5.3)$ (15.5.3) (625). Les gros cristaux atteignent 32 millimètres de long, 20 millimètres de large et 11 millimètres d'épaisseur.

Épididymite. — La mesure des indices a fourni les

résultats suivants :

	Rouge	Jaune	Vert
n_p	1,5416	1,5440	1,5465
n_m	1,5417	1,5441	1,5466
n_g	1,5438	1,5464	1,5491

qui conduisent aux valeurs suivantes :

2Vr, 23° 34′ ; 2Vj, 22° 38′ ; 2Vv, 21° 42′.

Neptunite. — Les cristaux appartiennent à trois types : 1° cristaux à forme octaédrique ; 2° cristaux prismatiques allongés suivant l'axe vertical et avec un pointement ($\bar{3}11$) ($\bar{7}12$) (formes nouvelles) ; 3° cristaux comme les précédents, mais sans pointement.

Elpidite. — L'analyse a donné les résultats suivants :

SiO^2, 59,44 ; ZrO^2, 20,48 ; FeO, 0,14 ; CaO, 0,17 ; Na^2O, 10,41 ; K^2O, 0,13 ; H^2O, 9,61 ; Cl, 0,15. Total : 100,53.

représentés par la formule :

$$Na^2O,\ ZrO^2,\ 3H^2O,\ 6SiO^2 \quad \text{ou} \quad Na^2Si^2O^5 + ZrSi^2O^5$$

si l'on considère que l'eau est secondaire. Cette dernière formule est analogue à celle de la nasarsukite et de la leucosphénite.

La mesure des indices a fourni les nombres suivants :

	Rouge	Jaune	Vert
n_p	1,5575	1,5600	1,5632
n_m	1,5620	1,5650	1,5674
n_g	1,5700	1,5739	1,5766

Le calcul donne :

2Vr, 74° ; 2Vj, 75° 12′ ; 2Vv, 77°.

Apatite yttrifère. — Les cristaux atteignent à peine 1 millimètre. Leur composition est la suivante :

P^2O^5, 41,12 ; F, 3,59 ; CaO, 47,67 ; Y^2O^3, 3,36 ; Ce^2O^3, 1,32 ; MgO, 0,79 ; (MnO, FeO) trace ; H^2O, 0,22 ; partie insoluble, 2,63. Total : 100,90. — [(O = F^2) 1,51] = 99,37.
Densité : 3,24.

Les auteurs décrivent, en outre, beaucoup d'autres minéraux, mais qui ne présentent rien de très particulier.

S.-L. Penfield. — Sur la composition chimique de la sulfohalite (*Am. J. of Sc.*, juin 1900, p. 425).

Les expériences faites par M. A. de Schulten, d'une part, et celles de MM. J.-H. van't Hoff et A.-P. Saunders, d'autre part, pour reproduire le composé $3Na^2SO^4$, 2NaCl (sulfohalite) ayant donné des résultats négatifs, l'existence de ce corps dans la nature a été mise en doute. Cela a conduit M. S.-L. Penfield à refaire l'analyse de la sulfohalite. Les résultats obtenus sont les suivants :

		Calculé pour $2Na^2SO^4$, NaCl, NaF	Résultats de Mackintosh
SO^3	41,79	41,61	42,48
Na^2O	32,37	32,25	
K^2O	0,10		
Na	11,60	11,97	
Cl	9,10	9,23	13,12
F	4,71	4,94	
Ins	0,15		Na^2CO^3 1,77
Total	99,82	100	

La formule $2Na^2SO^4$, NaCl, NaF représente la composition de ce minéral, qui contient, comme la hanksite à laquelle elle est associée, trois acides. Sa composition est donc bien différente de celle que Mackintosh avait attribuée à la sulfohalite.

G. Boeris. — Sur la perowskite de S. Ambrogio (vallée de Suse) (*Atti della R. Acc. dei Lincei*, janvier 1900).

La perowskite se trouve en cristaux dans la serpentine. Ceux-ci, examinés suivant la face du cube, sont très biréfringents et, au point de vue optique, présentent les mêmes caractères que ceux de Zermatt et de l'Oural. Les cristaux atteignent 1 centimètre de côté. Ils ont les faces du cube et des faces arrondies qui correspondent probablement à celles du dodécaèdre rhomboïdal.

L'analyse a donné les résultats suivants :

TiO^2, 58,63 ; FeO, 0,86 ; CaO, 40,29. Total : 99,78.

G. Fels. — Sur la question du remplacement isomorphe des corps halogènes par l'hydroxyle (*Zeitsch. f. Kryst.*, t. XXXII, p. 359 ; 1900).

En établissant la constitution chimique de la wagnerite et de la triploïdite, Brush et Dana ont considéré ces deux minéraux comme isomorphes et ont admis que le fluor de la wagnerite (PO^4Mg [MgF]) est remplacé dans la triploïdite (PO^4 [Mn, Fe] [(Mn, Fe) OH]) par l'hydroxyle. Des faits analogues peuvent être reconnus dans quelques groupes de phosphates et de silicates. L'auteur a pris, pour étudier le remplacement du chlore, du brome et de l'iode par OH, les dérivés du benzol et du phénol. Il étudie les modifications physiques

et cristallographiques introduites par les substitutions de OH à Cl, Br et I. Dans aucun des groupes étudiés, le remplacement isomorphe du chlore, du brome et de l'iode par l'hydroxyle n'a été constaté. Cependant, dans les minéraux fluorifères, le remplacement du fluor par OH ne produit aucun changement cristallographique ; mais cela peut être dû à la grosseur de la molécule minérale et à l'influence des autres composants, qui sont telles que la substitution de OH à Cl est sans action sur la forme cristalline.

Le Secrétaire gérant,

PAUL GAUBERT.

TOURS. — IMPRIMERIE DESLIS FRÈRES, 6, RUE GAMBETTA.

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE MINÉRALOGIE

ANNÉE 1900. — BULLETIN N° 8.

Compte Rendu de la séance du 8 novembre 1900.

PRÉSIDENCE DE M. WYROUBOFF.

M. WYROUBOFF expose le résultat de ses recherches sur l'état sous lequel se trouvent les molécules des corps lorsqu'ils sont dissous.

Sur la coloration artificielle des cristaux.

Par M. Paul GAUBERT.

Les expériences de de Senarmont (1) ont montré que, dans quelques cas, les cristaux formés dans une eau mère contenant une substance colorante en dissolution prenaient la coloration de cette dernière. L'exemple du nitrate de strontiane, à cinq équivalents d'eau, coloré par l'extrait de bois de campêche ammoniacal, est resté classique. M. v. Scherr-

(1) DE SENARMONT, *Ann. de Chim. et de Phys.*, t. XLI, p. 319, 1854.

Thoss (1) a obtenu la coloration des cristaux de phosphate d'ammoniaque par l'hématoxyline ; d'après M. Kny (2), l'oxalate de chaux prend la couleur de l'éosine, et le sucre celle du rouge du Congo, suivant M. Ambronn (3). M. Rosenbusch (4) a aussi coloré, comme de Senarmont, les cristaux de nitrate de strontiane, mais avec la fuchsine. On pourrait citer d'autres exemples ; mais les recherches récentes les plus étendues sont celles de M. O. Lehmann (5) et de Retgers (6).

Ces deux derniers auteurs se sont surtout préoccupés de la façon dont se faisait l'arrangement relatif des molécules du cristal et de celles de la matière colorante.

Retgers a étudié l'action des couleurs d'aniline sur un grand nombre de sels inorganiques. La plupart de ces derniers, développés dans une eau mère contenant une matière colorante d'aniline en solution, se sont formés aussi transparents que dans une eau mère incolore. Bien que le nombre de matières colorantes essayées soit très nombreux, Retgers n'a obtenu que quelques résultats : $BaCl^2 + 2Aq$ est coloré par le bleu d'eau, $KAzO^3$ absorbe la nigrosine, etc.

De ses expériences, Retgers conclut qu'il n'y a aucune relation chimique entre la substance du cristal et la matière colorante, et que probablement cette dernière se place entre les molécules cristallines du corps coloré, sans qu'il y ait, bien entendu, isomorphisme. Quant à la façon dont se fait l'arrangement des deux substances, on ne peut que faire des suppositions : la molécule colorante se loge dans

(1) V. Sehebr-Thoss, *Wied. Ann.*, V, p. 284 ; 1879.
(2) Kny, *Ber. d. d. bot. Ges.*, V, p. 387 ; 1887.
(3) Ambronn, *Ber. d. d. bot. Ges.*, VII, p. 113 ; 1889.
(4) Rosenbusch, cité par O. Lehmann. *Wied. Ann.*, Bd. 51, p. 51.
(5) O. Lehmann, *Zeitsch. f. phys. chemie*, t. VIII, 1891 ; — *Wied. Ann.*, Bd. 51, p. 47, 1894.
(6) J.-W. Retgers, *Zeitsch. f. phys. chemie*, t. X, p. 556 ; 1892.

l'espace intermoléculaire des molécules cristallines ou bien ces dernières, par suite d'interruption, laissent des vides qui sont remplis par la matière colorante. Cette hypothèse paraît la plus probable à cause de la grosseur des molécules de la matière organique, qui ne pourraient se placer entre les autres molécules minérales, beaucoup plus petites, sans détruire le réseau du corps coloré.

O. Lehmann a étudié la coloration du salmiac par le chlorure de fer et surtout celle qui est produite sur les matières organiques par les couleurs d'aniline. Le nombre de corps colorés n'est pas non plus très élevé. De ce que la coloration du cristal est plus intense que celle du liquide ambiant, M. O. Lehmann conclut que la couleur du premier ne peut être attribuée à des inclusions de l'eau mère ou à la suspension de fines particules colorantes. La théorie des solutions solides est rejetée dans ce cas. M. Lehmann étudie aussi spécialement les conditions de la coloration.

J'ai repris l'étude de cette question, j'ai fait de nombreux essais pour chercher des matières colorantes et des corps inorganiques cristallisant ensemble, et j'ai constaté, comme les auteurs précédents, que le nombre de ces associations est excessivement restreint.

Le groupe isomorphe des nitrates de baryte, de strontiane et de plomb, que Retgers n'a pu colorer, fournit des résultats intéressants. Tous ces sels sont bien connus au point de vue cristallographique (1). Ils présentent la tétartoédrie. Tous se colorent par le bleu de méthylène, mais d'une façon inégale, comme je l'ai déjà annoncé (2).

(1) Lavalle, *Soc. géol. de France*, t. VIII, p. 610, 1851 : — Marbach, *Pogg. Ann.*, t. XCI, p. 482, 1854 : — J. Lewis, *Zeitsch. f. K.*, t. II, p. 64, 1877 ; — Wulff, *Zeitsch. f. K.*, t. IV.

(2) P. Gaubert, *Bull. Soc. fr. Min.*, t. XVIII, 1894 ; — *Bulletin du Muséum d'histoire naturelle*, 1895.

Nitrate de plomb. — Les cristaux de ce sel sont en octaèdres, opaques et d'un blanc laiteux quand ils se forment dans une eau mère pure, et en cubo-octaèdres et transparents quand ils croissent dans l'eau mère additionnée d'acide nitrique.

Ces deux sortes de cristaux ne se colorent pas de la même façon avec le bleu de méthylène. Les premiers prennent une belle teinte bleue, les autres, beaucoup moins colorés, sont rouge violacé, comme le bleu de méthylène solide. En sectionnant les gros cristaux, on constate souvent qu'ils présentent des zones inégalement colorées et même des parties absolument incolores. Un fait, intéressant à signaler, est que le bleu de méthylène modifie, lorsqu'il est en quantité suffisante, la forme des cristaux octaédriques : ils ne présentent finalement que les faces du cube.

Nitrate de baryte. — Les cristaux sont toujours en cubo-octaèdres. Ils prennent une belle teinte bleue. Quand ils se forment au fond d'un cristallisoir couvert d'une faible couche d'eau, ils ont l'apparence d'une lame hexagonale par suite de l'aplatissement suivant la face de l'octaèdre. On peut alors constater sur beaucoup de cristaux des zones alternativement claires et teintées.

Nitrate de strontiane anhydre. — Il se colore beaucoup moins que les deux corps précédents et prend une teinte bleue violacée.

Le mélange isomorphe de ces trois nitrates se colore beaucoup mieux que chaque corps en particulier. Le fait est particulièrement facile à constater avec le nitrate de strontiane et un des deux autres sels.

Conditions dans lesquelles se produit la coloration. — La coloration ne se produit pas toujours, et dans beaucoup de cas, on obtient des cristaux présentant des zones claires et des zones bleues. Pour déterminer la cause de ces diffé-

rents résultats, quelques expériences ont été faites, mais c est surtout par l'examen microscopique des cristaux, en voie de formation, que l'on peut avoir une notion du phénomène.

La formation rapide des cristaux n'est pas favorable à la coloration. Ainsi, ceux qui sont produits par l'addition d'alcool ou d'acide nitrique (ces deux corps diminuent la solubilité des trois nitrates) à une eau mère contenant beaucoup de bleu de méthylène, sont absolument incolores. Ils contiennent bien parfois quelques parties teintées légèrement en bleu, mais, examinés au microscope, ces cristaux présentent des inclusions d'eau mère, et ce mode de coloration est tout à fait différent du procédé normal, comme on le verra plus loin.

Diverses expériences et de nombreuses observations sous le microscope m'ont conduit à admettre, que la coloration n'a lieu que si les sels de la série du baryum se déposent en même temps que le bleu de méthylène, ces deux corps étant absolument indépendants l'un de l'autre, c'est-à-dire que les cristaux étudiés n'ont aucune action sur les molécules de la substance colorante, si celle-ci ne se trouve pas dans un liquide saturé de bleu de méthylène. En conséquence, suivant que le dépôt est simultané ou non, les cristaux sont colorés ou incolores. Pendant la durée de la formation du cristal du nitrate, les deux cas peuvent se présenter, et alors il se produit des zones alternativement claires et bleues. Lorsque le bleu de méthylène se dépose isolément, soit que la cristallisation des nitrates n'ait pas lieu, ou qu'elle soit trop lente, il forme sur la lame de verre, examinée au microscope, des cristaux tellement fins et tellement allongés qu'ils ont la forme d'un filament, qui souvent est très contourné. Ces filaments se groupent pour former des touffes. On observe cependant des cristaux courts et droits, identiques à ceux qui se produisent à la surface d'une solution de cette

substance. Il arrive fréquemment que toute la matière colorante est absorbée par les cristaux du nitrate. Quel que soit le grossissement avec lequel on opère, on ne peut pas observer comment se fait l'intercalation du bleu de méthylène dans les cristaux du nitrate. L'examen des cristaux, aplatis suivant la face de l'octaèdre, montre que la couleur se répartit régulièrement par couches parallèles aux contours du cristal. Le cristal paraît divisé en triangles, ayant pour base une arête du cristal, et, pour sommet, le centre de la face de l'octaèdre ou du cube suivant laquelle est aplati le cristal. Cette division est encore rendue plus apparente par suite du polychroïsme que montre le cristal (1). Souvent la ligne de séparation des secteurs est plus colorée que le reste du cristal, surtout vers le centre. Les secteurs offrent des zones plus ou moins colorées, qui se continuent dans tous ou seulement dans les voisins. Ces différences proviennent de l'accroissement inégal sur les différentes faces bordant le cristal.

Un fait constant, très visible sur les cristaux épais en cubo-octaèdres de nitrate de plomb, est que les pyramides, ayant pour base les faces du cube et pour sommet le centre, se colorent beaucoup mieux que celles qui ont pour base une face octaédrique. L'addition d'une certaine quantité d'alcool produit un résultat inverse. Ce fait indique bien que le bleu de méthylène ne forme pas de combinaison avec le nitrate et que l'association des deux corps est d'ordre physique.

Le polychroïsme des cristaux colorés est-il dû aux molécules du nitrate ou à la substance colorante ? Les couleurs du cristal formé des deux substances étant les mêmes que celles du bleu de méthylène, il est permis de supposer que

(1) P. Gaubert, *Bull. de la Soc. fr. de Minéralogie*, t. XVII, 1894.

le polychroïsme est bien dû à ce corps. Pour le bleu de méthylène, on observe la couleur violacée lorsque l'axe *c* du cristal est perpendiculaire à la section principale du nicol et la couleur bleue quand il est dans une direction normale à la précédente. Les cristaux de nitrate de plomb et de baryte sont violacés quand la base d'un secteur est perpendiculaire à la section principale du nicol. On peut donc considérer que le bleu est disposé dans le nitrate de façon que son axe vertical soit parallèle à la base du secteur, c'est-à-dire à la face du cristal.

Le bleu de méthylène conserve donc les propriétés qu'il a à l'état solide, lorsqu'il est seul. Cependant les matières organiques, comme le fil, la gélatine, colorées par une couleur d'aniline, présentent, d'après les observations de M. Ambronn (1), un polychroïsme assez intense et, dans ce cas, il est incontestable que la matière colorante n'est pas à l'état cristallin. Le coton et les autres fibres végétales coloriées par le bleu de méthylène sont polychroïques; mais la couleur violacée caractéristique du bleu n'existe pas. Par conséquent le nitrate, étant lui-même un peu biréfringent, peut agir par lui-même pour produire le polychroïsme ; mais, dans le cas qui nous occupe, si cette action existe, elle n'est pas évidente.

Action du bleu de méthylène sur la forme du nitrate de plomb. — Les cristaux de nitrate de plomb formés dans une eau mère pure, sont octaédriques et opaques. L'addition du bleu fait apparaître les faces du cube, si le cristal absorbe la matière colorante. En augmentant la quantité dissoute de cette dernière en élevant la température, on finit par obtenir des cristaux d'azotate de plomb, qui n'ont que les faces du cube. Ces faces offrent les stries caractéristiques de la

(1) Ambronn, *loc. cit.*

pyrite triglyphe. Les cristaux sont opaques, comme ceux qui se forment dans l'eau pure. Les cristaux de bleu de méthylène, se groupant sur les faces du nitrate en plus grande quantité que sur celles de l'octaèdre, on est amené à supposer qu'il y a une relation entre la cause de la production des faces cristallines et cette attraction prédominante de ces faces pour le bleu de méthylène. Quelle que soit la quantité de ce dernier en solution, si l'on précipite les cristaux par l'alcool, qui n'agit pas sur la production des faces, les petits cristaux incolores produits n'ont que les faces de l'octaèdre. Donc le bleu de méthylène peut modifier la forme non par sa présence dans la solution, mais par son association avec le nitrate. En outre le nitrate de baryte ne présente pas, d'une façon aussi marquée que le nitrate de plomb, cette différence d'attraction des deux catégories de faces considérées, pour la matière colorante, aussi sa forme est indépendante de la présence de cette substance. La prédominance des faces cristallines dues à l'intervention d'une autre substance, associée physiquement suivant ses faces, est un fait bien différent des causes habituelles, modifiant la forme cristalline. On est d'accord pour admettre, après M. P. Curie (1), l'intervention des tensions capillaires existant entre le liquide et le cristal, et le cas considéré ici doit être peu fréquent.

La quantité de bleu associée au cristal est très faible. On peut la doser approximativement en dissolvant une quantité déterminée de cristaux de nitrate de plomb et en comparant ensuite la coloration liquide avec celle d'une solution titrée très diluée. En mesurant la quantité d'eau qu'il faut ajouter à la première solution pour l'amener à avoir la même teinte que la seconde, on a un dosage

(1) P. Curie, *Bull. de la Soc. Min.*, 1885.

grossier. Plusieurs mesures, faites avec des cristaux cubiques, ont donné $\frac{1}{7500}$ de bleu de méthylène par rapport au poids du nitrate de plomb.

Coloration des cristaux par les inclusions d'eau mère. — Les cristaux présentant fréquemment des inclusions, remplies par leur eau mère, prennent la teinte de celle-ci. Les nitrates de baryte, de plomb et de strontiane, ne sont pas polychroïques, si leur coloration est produite de cette façon. En outre le corps réduit en poudre abandonne la matière colorante lorsqu'on le plonge dans l'alcool absolu. Si les cristaux ont été formés à chaud, le liquide laisse déposer, par refroidissement dans l'inclusion, des petits cristaux de bleu de méthylène.

Les aluns de potasse et d'ammoniaque, cristallisant tranquillement dans une eau mère, colorée en rouge par la fuschine, forment des cristaux aussi transparents que s'ils s'étaient formés dans une solution incolore. Par une cristallisation rapide, comme, par exemple, quand la liqueur est saturée à 100° et qu'on la laisse refroidir, il se produit des cristaux ayant une belle teinte rouge. Dans ce cas, on obtient presque toujours des octaèdres composés d'un très grand nombre de petits autres cristaux ayant la même forme et, en plus, p et b^1, mais peu développés.

L'examen microscopique montre que la coloration n'est due qu'à des inclusions. Le chlorate de potasse peut aussi, mais plus difficilement, être coloré de la même façon.

La coloration par inclusions se fait aussi plus facilement si l'on prend un mélange isomorphe que si l'on opère sur un corps pur.

Ce mode de coloration est, par conséquent, bien différent de celui que j'ai étudié en premier lieu ; il n'est qu'accidentel et n'offre jusqu'ici aucun intérêt.

Nature et cause de l'association du cristal coloré avec la matière colorante. — Les différentes faces d'un cristal ne tolérant pas de la même façon une substance étrangère, l'idée d'une combinaison chimique entre les deux corps doit être écartée. Les deux matières sont indépendantes l'une de l'autre; le polychroïsme et la couleur de l'ensemble sont ceux du bleu de méthylène à l'état solide. Celui-ci, bien qu'en quantité très faible et sur des parties du cristal isolées par des zones incolores, a, en général, partout la même orientation. A la suite de Retgers, on ne peut pas admettre que ses molécules sont intercalées dans les mailles du réseau des nitrates. Il y a seulement une intercalation d'éléments cristallins de bleu de méthylène entre les diverses mailles interrompues du réseau du nitrate de plomb. Pour que ce groupement ait lieu, il faut qu'il y ait une attraction des deux corps l'un pour l'autre. Il me paraît difficile d'admettre que les deux substances s'attirent mutuellement, de la même façon que l'aimant attire l'acier ou que l'attraction soit de même nature que celle qui existe entre les molécules cristallines d'un même corps ou de deux corps isomorphes. Cette attraction est plutôt due à une cause secondaire, et voici l'explication que je propose :

La tension superficielle existant entre les différentes faces d'un cristal et le liquide, même lorsqu'il appartient au système cubique, comme l'a démontré Berent (1), est variable d'une face à l'autre. Lorsque ces deux tensions sont de même nature, il y a attraction et répulsion dans le cas contraire. J'ai déjà démontré qu'on pouvait expliquer par cette attraction la formation de la macle artificielle des spinelles produite avec le nitrate de plomb (2). En faisant une seule hypothèse : que la tension superficielle des faces latérales du cristal du bleu de

(1) Berent, *Zeith. f. Kryst...*, t. XXVI, p. 529, 1896.
(2) Gaubert, *Bull. Soc. Fr. de Min.*, t. XIX, p. 431 ; 1896.

méthylène est égale ou très voisine de celle du nitrate de plomb, ce qui n'a rien d'extraordinaire, on explique l'attraction de deux corps absolument différents au point de vue chimique. On se rend ainsi compte pourquoi l'orientation des éléments cristallins du bleu de méthylène est la même dans un secteur et pourquoi ils sont parallèles à la face d'accroissement. Comme la tension superficielle sur les faces du cube et sur celles de l'octaèdre est différente, il est naturel que l'attraction ne soit pas la même et qu'une des faces soit plus colorée que l'autre.

L'addition d'un liquide, comme l'alcool et l'acide azotique, changeant les tensions superficielles, on n'est pas étonné que l'absorption de la matière colorante ne soit pas la même ou que celle-ci se dépose sur des faces différentes. En effet ces deux liquides diminuent la facilité de coloration. Il y a un fait à expliquer : la coloration plus facile des mélanges isomorphes ; mais l'arrangement moléculaire est troublé dans les nitrates, comme l'indique l'existence des anomalies optiques, et il peut se faire que les matières étrangères puissent de ce fait être intercalées en plus grande quantité.

L'hypothèse de l'égalité des tensions superficielles permet aussi de se rendre compte du très petit nombre de corps colorés. Retgers a fait de très nombreuses expériences négatives sur les matières minérales ; j'en ai fait moi-même un très grand nombre de nouvelles, qui ne m'ont fourni aucun résultat. Cependant, dans beaucoup de cas, le dépôt des deux substances essayées se faisait simultanément, mais chacune donnait des cristaux isolés.

Cette association de deux substances cristallisées différentes, dues à la même cause, sera étudiée plus longuement dans une prochaine note.

Minéraux nouveaux.

Johnstonotite. — Variété de grenat se trouvant dans le trachyte de Port Cygnet, Tasmanie. Ce minéral se présente en trapézoèdres de couleur jaune brunâtre, qui atteignent un quart de pouce de diamètre.

Sa composition est la suivante :

SiO^2, 36,87 ; Al^2O^3, 7,28 ; FeO, 17,12 ; MgO, 12,49 ; CaO, 11,98 ; MnO, 13,68 ; partie infusible, 0,29. — Total : 99,71.

Dédié à M. Johnston (W.-A. Mac Leod et O.-E. White, *Papers and Proc. R. S. Tasmanie*, p. 74-76, 1898-1899 ; d'après le *J. of chem. Soc.*, nov. 1900, Londres).

Fedorowite. — Ce nom a été donné par C. Viola (V. *Bull.*, t. XXII, p. 158) à un minéral ayant les caractères optiques intermédiaires entre ceux de l'œgyrine et de l'œgyrine-augite. L'analyse chimique montre que sa composition correspond à celle du diopside. Elle est la suivante :

SiO^2, 52,36 ; Al^2O^3, 2,42 ; Fe^2O^3, 2,24 ; FeO, 1,94 ; CaO, 24,57 ; MgO, 14,53 ; Na^2O, 2,29. — Total : 100,35.

Les cristaux sont très polychroïques. L'angle d'extinction sur g^1 (010) ($n_g : c$) est de 65° et 2V < 50° (C. Viola et H. Kraus, *Z. f. K.*, t. XXXIII, p. 36 ; 1900).

Libollite. — Espèce d'asphalte ressemblant à l'albertite de Libollo, province d'Angola. L'analyse a donné :

C, 74,74 ; H, 7,83 ; O, 8,80 ; Az, 1,71 ; cendres, 6,92.
Densité, 1,1.

(J.-P. Gomes, *Comm. Dir. Trabalh. Geol.*, Portugal, t. III, p. 244 et 290).

Badénite. — Minéral à structure granuleuse devenant parfois fibreuse. Éclat vif. Couleur gris d'acier qui se ternit sur les parties exposées à l'air. Densité à 20°, 7,104.

L'analyse a donné les résultats suivants :

S, 0,27 ; As, 61,54 ; Bi, 4,76 ; Co, 20,56 ; Ni, 7,39 ; Fe, 5,98.
Total : 100,50.

La composition représentée par la formule

$$(Co,Ni,Fe)^2(As,Bi,S)^3$$

est différente de celle des autres arséniobismuthures connus.

La badénite se trouve sur de la sidérose, associée à de l'érythrine, de l'annabergite et de la malachite, provenant de la vallée du Neguletzul, qui se trouve en face du village de Badeni-Ungureni, district de Muscel, Roumanie (P. Poni, *Études sur les minéraux de la Roumanie. Ann. sc. de l'Un. de Jassy*, 1900, p. 17).

Brosténite. — Minéral amorphe, compact, friable, de couleur noire, terne sur les surfaces exposées à l'air, mais avec un éclat semi-métallique sur les cassures récentes.

La brosténite se trouve en abondance dans les schistes cristallins de la région de Brosteni, district de Sucéva. C'est un manganite de fer et de manganèse ; mais sa composition est assez variable avec les localités. L'auteur rejette l'idée que ce minéral est un mélange de pyrolusite, d'acerdèse, de limonite et de carbonate de chaux et de magnésie. Des nombreuses analyses qui ont été faites, il résulte que le minéral des trois localités : Holda, Dorna, Dealul-Ferului, a une composition représentée respectivement par les formules suivantes :

$$2MnO^2,\ RO + 2H^2O \text{ (Holda).}$$
$$6MnO^2,\ 2RO + 3H^2O \text{ (Dorna).}$$
$$13MnO^2,\ 5RO + 12H^2O \text{ (Dealul-Ferului).}$$

Cette dernière est intermédiaire entre les deux précédentes ;

aussi le minéral de Dealul-Ferului pourrait être un mélange des deux autres. R représente Mn, Fe, Mg, Ca.

Voici les résultats ayant servi à établir les formules :

	Holda.	Dorna.	Dealul-Ferului.
MnO^2.....	52,40	68,06	61,95
MnO.....	6,16	8,96	3,11
FeO.....	11,47	4,08	12,02
MgO.....	»	0,61	0,72
CaO.....	3,05	3,82	2,70
H^2O.....	11,97	7,17	10,90
CaO, CO^2....	»	1,97	»
Gangue.....	14,75	5,51	8,20
Total.....	99,80	100,18	99,60

La chalcophanite est le minéral qui se rapproche le plus de la brosténite et, en particulier, de celle de Holda (*Ibid.*, p. 50).

Florencite. — Se présente en cristaux de couleur jaune pâle et à éclat gras. Rhomboédrique. Clivage parfait suivant la base : Densité, 3,566. — Dureté, 5.

$$a : c = 1 : 1,19017.$$

Optiquement uniaxe et positif. Double réfraction faible.

L'analyse a donné les résultats suivants :

Al^2O^3, 32,28 ; Ce^2O^3, 28 ; Fe^2O^3, 0,76 ; CaO, 1,31 ; SiO^2, 0,48 ; P^2O^5, 25,61 ; H^2O, 10,87.

L'eau ne se dégage qu'à une température élevée. Une petite quantité de didyme est dosée avec le cérium. La formule est :

$$3Al^2O^3, Ce^2O^3, 2P^2O^5, 6H^2O = AlPO^4, CePO^4, Al^2(OH)^6.$$

La florencite se rattache donc, par ses propriétés chimiques et cristallographiques, à la hamlinite, avec laquelle elle est isomorphe. La formule de cette dernière est

$$3Al^2O^3,2(Sr,Ba)O,2P^2O^5,7H^2O.$$

Le remplacement du strontium et du baryum par le cérium dans la florencite vient à l'appui de l'opinion de M. Wyrouboff sur l'isomorphisme de certains sels de cérium avec les sels correspondants de calcium et de strontium.

La florencite se trouve à Minas Geraes, dans le sable mercurifère de Tripuhy, dans des micaschistes près de Tripuhy et dans les sables diamantifères de Diamantina (Eug. Hussak, *Min. Mag.*, t. XII, p. 244-248; 1900.)

Sulvanite.— Ce minéral a été trouvé en quantité considérable dans un minerai d'une nouvelle mine, près de Burra (Afrique australe). Il est massif, à éclat métallique, de couleur jaune de bronze et à poussière presque noire. Densité, 4. Dureté, 3,5.

Deux analyses ont donné les résultats suivants :

	Cu	V	S	SiO^2	Fe^2O^3
I	47,98	12,53	32,54	4,97	0,42
II	48,95	12,68	30,80	5,72	1,53

Le fer et le silice, étrangers au minéral, étant déduits, on est conduit à la formule $3Cu^2S,V^2S^3$.

Ce minéral est assez intéressant, puisqu'il est le premier qui contienne du vanadium, comme l'un des éléments principaux, à l'état de sulfure.

La sulvanite est associée à la malachite, à la chessylite, au quartz, au vanadium-ocre, au gypse et à la calcite. Probablement il existe aussi du vanadate de cuivre ; mais ce dernier corps n'a pu être séparé et par suite identifié (G.-A. Goyder, *Journ. of Ch. Soc.*, septembre 1900, p. 1094).

Mohawkite. — En masses compactes ou finement granulaires, de couleur grise avec une légère teinte jaune sur les

cassures fraîches. Se ternit facilement et peut devenir de couleur pourpre. — Densité, 8,07. Dureté, 3,5 environ.

L'analyse a donné les résultats suivants :

Cu, 61,67 ; Ni, 7,03 ; Co, 2,20 ; Fe, trace ; As, 28,85.
Total : 99,75.

conduisant à la formule $(Cu,Ni,Co)^3As$, analogue à celle de la domeykite.

Ce minéral, associé à d'autres arséniures, provient de Mohawk mine, Kervenaw Co (A. Kœnig, *Am. J. of Sc.*, déc. 1900, p. 439).

Stibio-Domeykite. — Nom donné à la domeykite de la mine Mohawk, Kewenaw Co. — Densité, 7,902. Dureté, 4.

La composition est la suivante :

Cu, 72,48 ; (Fe, Ni, Co), 0,24 ; As, 26,45 ; Sb, 0,78.
Total : 99,95

(*Ibid.*, p. 445).

Mohawk-Whitneyite. — Mélange intime de whitneyite et de mohawkite (*Ibid.*, p. 446).

Muschketowite. — Nom donné à une pseudomorphose d'oligiste en magnétite se trouvant à Bogoslowsk (S. von Fedoroff et W. Nikotin, *Ann. Géol. Min. Russie*, t. III, p. 79 ; 1899).

Marsjatskite. — Glauconie manganésifère, formant la plus grande partie d'un sable tertiaire de la forêt de Marsjatsk. Les grains sont amorphes et ont une couleur verdâtre. Le minéral s'altère facilement à l'air en abandonnant le manganèse (*Ibid.*).

MM. L. Goodwin et W.-G. Miller ont décrit dans *J. Fed. Canada Min. Inst.*, t. III, p. 151, 1898, et *Rep. Bureau Min. Toronto*, t. VII, p. 234 ; 1898, un minéral du groupe de la

colombite, inclus dans un feldspath d'une pegmatite contenant du béryl, de la tourmaline, etc., et se trouvant à Lyndoch, Renfrew Co, Ontario.

Ce nouveau minéral a la composition suivante :

$(Na, Ta)^2 O^5$, 75,75 ; SnO^2, 0,92 ; FeO, 11,14 ; MnO, 10,22, CuO, 0,03 ; $(Ce, Di^2, Y)^2$, 2. — Total : 100.

Espèces minérales à supprimer.

Valeriite. — Ce nom avait été donné par Blomstrand à une substance à laquelle il avait attribué la formule :

$$2CuS,FeS^2 + 2MgO,Fe^2O^3 + 4H^2O ;$$

les nouvelles recherches de M. J. Petrén ont montré que c'était un mélange de covelline, de pyrrhotine, de spinelle, d'hydrotalcite et de sidérose (Jakob Petrén, *Geol. Fören.*, t. XX, p. 183).

Ransätite. — Ce minéral, décrit par Igelström (*Bull. Soc.*, t. XXI), est un grenat manganésifère contenant des inclusions de quartz, de pyrophyllite, de chloritoïde, de disthène et de l'hematite (M. Weibull, *Geol. För. Forh.*, t. XX, p. 53).

Compte rendu des publications étrangères.

J.-A. Ewing et Rosenhain. — La structure cristalline des métaux (*Phil. Trans. Roy. Soc. of London*, vol. 193, p. 353; 1900).

Les auteurs exposent le résultat des travaux sur la structure cristalline des métaux, qui sont formés, comme on sait, par un agrégat de petits cristaux. Un des faits intéressants, découverts par les auteurs, est la production des macles dans les cristaux des métaux soumis à l'influence d'une action métallique très forte. L'existence de ces macles se révèle sur une lame polie, par le changement de direction des lames de glissement. Comme les divers grains cristallins sont orientés d'une façon différente, ces lignes de clivage, parallèles dans chaque cristal, ont une direction dépendant de la position du cristal. Ce fait indique bien que l'on a affaire à des macles.

La plasticité d'un métal est donc due au moins à deux causes : à un simple glissement des éléments cristallins qui changent de place, et à la production des macles. Dans ce cas, une partie des molécules d'un cristal change son orientation.

Ces macles sont produites de la même manière que celle qui se forme dans le calcite (Reusch et Baumhauer) et dans les cristaux isolés d'antimoine et de bismuth (O. Mugge).

La production des macles par compression a été observée sur le cuivre, l'or, l'argent, le plomb, le cadmium, l'étain, le zinc, le nickel. On n'est pas arrivé à le constater sur le fer.

De très nombreuses photographies accompagnent le mémoire.

V. Zunino. — Déshydratation du gypse et hydratation de l'anhydrite (*Gazz. Ch. it.*, t. XXX, p. 333).

L'auteur prépare le sulfate de chaux, qui a servi aux expériences, en ajoutant de l'acide sulfurique à du chlorure de calcium. Le précipité, qui est hydraté, perd 28 0/0 d'eau à 100° et est complètement anhydre à 188°, tandis que le gypse naturel, compacte, finement pulvérisé, ne perd entièrement son eau qu'au-dessus de 200°. Si on continue à chauffer le corps ainsi déshydraté et sous pression, à une température un peu plus élevée que celle correspondant à la déshydratation, il y a réabsorption d'eau. Ainsi le sulfate de chaux artificiel, déshydraté à 200°, reprend toute son eau de cristallisation à 230°; à 240°, il en absorbe 75 0/0; à 250°, 32 0/0; vers 260°, 11 0/0; au-dessus de cette dernière température, il n'y a plus d'absorption d'eau, alors que le gypse conserve cette propriété jusqu'à 300°. L'auteur pense que, dans la nature, ce phénomène d'hydratation et de déshydratation s'est produit et que les deux corps ont dû se produire en même temps.

P. Poni. — Études sur les minéraux de la Roumanie (*Ann. scient. de l'Univ. de Jassy*, 1900).

L'auteur donne la description complète des minéraux de la Roumanie. Tous les gisements connus de chaque espèce minérale sont étudiés en détail. Deux minéraux nouveaux, la badénite et la [illegible], sont décrits (V. le *Bull.*, p. 223).

J. Moses et C.-L. Pearsons. — *Elements of Mineralogy. Crystallography and Blowpipe analysis from a practical stand point.* Nouvelle édition, 1 vol. gr. in-8°, 1900. Van Nostrand, New-York.

Cette édition est beaucoup plus complète que la précédente, publiée en 1895 ; la partie relative à la cristallographie a été entièrement refondue.

Un chapitre contenant la détermination des minéraux des roches en plaques minces, au moyen du microscope, a été ajouté. La description des espèces minérales est aussi entièrement remaniée et simplifiée. De très nombreuses figures accompagnent le texte, surtout pour la partie cristallographique, de telle sorte que la lecture du livre est rendue très facile pour les débutants.

V. Goldschmidt. — Sur la vanadinite (endlichite) de Hillsboro (Nouveau Mexique). (*Zeitsch. f. Kryst.*, t. XXXII, p. 161, 1900).

Ce minéral se présente en cristaux tabulaires épais ou allongés et minces. Il présente l'hémiédrie pyramidale du système hexagonal. L'analyse des deux types de cristaux, faite par P. Jannasch, a donné les résultats suivants :

PbO	69,20	68,61
V^2O^5.	17,66	18,94
As^2O^5	2,60	2,63
Pb^2O^5	0,35	traces
$PbCl^2$	9,98	9,73
Total	99,89	99,91

représentés par la formule :

$$3(PbO)^3\ V^2O^5 + PbCl^2 = 3Pb^3V^2O^8 + PbCl^2,$$

une petite quantité d'acide vanadinique étant remplacée par l'acide arsénique.

L'auteur donne le résultat de toutes les mesures d'angles des faces et le calcul des éléments qu'il a adoptés dans son Index des formes cristallines. Les formes nouvelles sont les suivantes : $(31\bar{4}0)$ $(51\bar{6}0)$ $(50\bar{5}4)$ $(40\bar{4}3)$ $(30\bar{3}2)$ $(50\bar{5}3)$ $(50\bar{5}2)$ $(40\bar{4}1)$ $(41\bar{5}1)$ $(21\bar{3}2)$ $(32\bar{5}3)$ $(32\bar{5}2)$ $(52\bar{7}2)$.

Otto Maschke et H. Vater. — Étude microscopique sur la cristallisation du gypse (*Ibid.*, t. XXXIII, p. 56).

Les formes du gypse, cristallisant dans une solution contenant de l'éosine, de l'hématoxyline, de la gomme arabique ou un mélange de corps, ne sont pas influencées par la présence de ces derniers. L'addition d'une des substances provoque, sur les pyramides correspondant aux faces (101), la structure en sablier que M. Pelikan a déjà constatée sur le nitrate de strontiane à 5 équivalents d'eau. Cette production artificielle de la structure en sablier indique bien que cette dernière n'est pas due à des mélanges isomorphes. Les faces n'absorbent donc pas de la même façon la matière colorante. Celles qui l'absorbent prennent un développement plus grand que si le gypse cristallise dans l'eau pure. L'extension est d'autant plus grande que la quantité de matière absorbée est plus élevée.

H.-W. Foote. — Sur les relations physico-chimiques entre l'aragonite et la calcite (*Zeitsch. f. ph. ch.*, t. XXXIII, p. 740; 1900).

Pour étudier la stabilité relative de ces deux corps, l'auteur emploie deux méthodes : 1° la décomposition de l'aragonite et de la calcite par l'oxalate de potasse, et la conductibilité des solutions de ces deux substances, dans l'eau saturée d'acide carbonique. L'auteur conclut de ses expériences qu'à la température ordinaire la calcite est plus stable que l'aragonite, que cette dernière se forme lorsque la cristallisation du carbonate de chaux est rapide et qu'il se produit de la calcite quand la cristallisation est suffisamment lente.

Afanasséeff. — Action des minéraux contenant de l'uranium et du thorium sur les plaques photographiques (*Journal de la Soc. chim. russe*, t. XXXII, p. 103; 1900).

Les minéraux contenant une certaine quantité d'uranium ou de thorium agissent sur les plaques photographiques. La loranskite, ayant une action sur ces dernières, doit contenir un élément nouveau, puisqu'elle ne renferme pas ces deux corps.

Arnold Nabl. — Sur la coloration naturelle des minéraux (*Tsch. Mittheil.*, vol. IX, fasc. 4, p. 273; 1900).

Les résultats obtenus par l'auteur, relativement à la coloration de l'améthyste et du quartz-citrine par le sulfocyanure de fer, avaient été contestés par MM. von Kraatz-Koschlau et L. Wohler. M. Nabl a fait des nouvelles analyses, et maintient les conclusions de ses premières recherches.

F. Pearce et A. Fornaro. — Note sur la brookite de Bristenstock, près d'Amsteg (canton d'Uri) (*Arch. des Sc. phys. et nat. de Genève*, 15 nov. 1900, p. 434).

Les cristaux sont implantés dans une roche schistouse cristalline et sont accompagnés de cristaux de quartz, d'albite et d'adulaire. Ils sont aplatis suivant h^1, atteignent $3^{cm},5$ de long, 2,5 de large et 2 millimètres d'épaisseur.

Les faces observées sont :

h^1 (100), m (110), $e^{3/4}$ (043), g^1 (010), p (001), a^4 (104), γ (122) $e^{1/2}$ (021), ε (134).

Les rapports d'axes sont d'après les angles mesurés :

$$a : b : c = 0,8411 : 1 : 0,9410$$

E.-G.-J. Hartley. — Sur les phosphates et les arséniates (*Min. Magaz.*, t. XII).

Pharmacosidérite (p. 152). — L'analyse d'un échantillon des Cornwall a donné les résultats suivants :

As^2O^5, 37,16 ; H^2O, 18,85 ; Fe^2O^3, 37,58 ; P^2O^5, 1,20 ; K^2O, 4,54

conduisant à la formule :

$$2FeAsO^4,Fe^2O^3(H,K)^3,5H^2O.$$

Plumbogummite et hichcockite (t. XII, p. 223). — Les résultats des analyses conduisent l'auteur à admettre que le

phosphate de plomb et d'alumine du Cumberland décrit par M. Miers est identique à la hichcockite américaine et que les deux minéraux sont représentés par la formule :

$$5PbO,9Al^2O^3,4P^2O^5,2CO^2,24H^2O.$$

Ces résultats sont différents de ceux obtenus par M. Genth. L'auteur obtient en effet pour la hichcockite :

PbO, 34,36 ; Al^2O^3, 29,48 ; CO^2, 2,77 ; H^2O, 14,71 ; P^2O^5, 17,58
Part. ins., 0,82.

M. Genth trouve 29 0/0 d'oxyde de plomb et 21 0/0 d'eau.

Pour M. Hartley, la plumbogummite n'est qu'un mélange de hichcockite et de pyromorphite.

M. Miers a examiné au microscope la plumbogummite et a trouvé qu'il était impossible de distinguer les deux corps mélangés. Elle est toujours parfaitement homogène.

Beudantite. — L'auteur adopte la formule :

$$4Fe^2O^3,3PbO,3SO^3,As^2O^5,9H^2O$$

ou :

$$3(Pb,Cu)SO^4,2Fe(P,As)O^4,6Fe(OH)^3.$$

H. Pratt. — Sur deux nouveaux gisements de corindon dans la Caroline du Nord (*Am. J. of Sc.*, oct. 1900, p. 275).

L'auteur décrit : 1° le corindon des schistes amphiboliques de Sheffield mine, Macon Co. Il est en petits fragments et en nodules allongés et craquelés. Leur caractère général et

leur forme indiquent qu'ils proviennent de roches ignées et qu'ils n'ont pas été produits durant le métamorphisme de la roche qui les contient actuellement ; 2° le corindon des schistes quartzeux, situés dans le sud-ouest de la Caroline du Nord. Il est en fragments n'ayant pas de forme définie et aussi en cristaux. Les schistes proviennent du métamorphisme de sables ayant été fortement comprimés latéralement. Pendant cette période il y a eu formation de corindon.

S.-L. Penfield. — Sur la composition chimique de la turquoise (*Amer. Journ. of Sc.*, nov. 1900, p. 346).

L'auteur a étudié les échantillons de turquoise de Los Cerillos, New Mexico, et de Crescent Mining District, Lincoln Co, Nevada. Un échantillon exceptionnellement parfait, de cette dernière localité, a été utilisé pour l'analyse. Une lame mince montre au microscope une homogénéité complète, de telle sorte qu'on ne voit pas si la substance est formée par un phosphate d'alumine, qui serait coloré par un phosphate de cuivre, comme cela avait été admis par Clarke. Mais l'expérience suivante montre bien qu'on n'a pas affaire à un mélange. De la turquoise finement pulvérisée est dissoute par l'acide chlorhydrique bouillant. Le phosphate de cuivre devrait se dissoudre beaucoup plus rapidement que le phosphate d'alumine, si le premier était à l'état d'impureté, et il devrait rester un résidu blanc. La couleur de ce résidu n'a pas changé depuis le commencement jusqu'à la fin de l'attaque. Considérant dans la turquoise l'existence des radicaux :

$$[Al(OH)^2]', \ [Fe(OH)^2]' \ \text{et} \ [Cu(OH)]',$$

la composition peut être exprimée par la formule :

$$[Al(OH)^2, Fe(OH)^2, Cu(OH), H]^3 PO^4,$$

dérivant de l'acide orthophosphorique.

La turquoise de Los Cerilhos polarise faiblement la lumière. Sa densité est de 2,791.

H. Buttgenbach. — Le soufre de Corphalie (*Ann. de la Soc. géol. de Belgique*, t. XXV, p. 73).

Les cavités de la blende concrétionnée de Corphalie (commune d'Antheit, près Huy) contiennent de nombreux cristaux de soufre déjà signalés par A. Dumont. Ces cristaux sont rattachés à la blende par l'intermédiaire d'une mince couche de galène, qui se clive très facilement, de telle sorte qu'il est très facile de les isoler.

Les combinaisons de formes varient d'un cristal à l'autre. Le développement anormal des différentes faces de notation b^m indique que ces cristaux appartiennent au groupe sphénoïdique du système orthorhombique. L'absence des plans de symétrie se manifeste surtout en ce que les faces qui tronquent l'une des arêtes horizontales du prisme primitif ont des notations différentes de celles qui tronquent l'arête adjacente. Les macles avec $m(110)$ comme plan de jonction sont fréquentes. On observe aussi des macles par rapport à e^1.

Les formes observées sont toutes des indices simples : $h^1(100)$, $g^1(010)$, $p(001)$ rare, $a^{1/2}$, $a^1(011)$, $a^2(012)$, $e^{3/4}(403)$, $e^1(101)$, $e^{3/2}(203)$, $b^{1/6}(331)$, $b^{1/4}(221)$, $b^{1/2}(111)$, $b^1(112)$, $b^{3/2}(113)$, $b^{7/4}(227)$, $b^2(114)$, $b^{9/4}(229)$, $b^{5/2}(115)$, $b^{8/3}(3,3,16)$, $b^3(1.1.6)$, $b^{7/2}(2,2,14)$.

Les formes $a^{1/2}$, a^2, $e^{3/4}$, $b^{7/4}$, $b^{9/4}$, $b^{8/3}$, et b^3 sont nouvelles.

De la valeur des angles :

$$mb^{1/2} = 18^\circ 21'$$
$$b^{1/2} b^{1/2} \text{ sur } a^1 = 73^\circ 22'$$

on déduit :

$$a : b : c = 0{,}809945 : 1 : 1{,}897561$$
$$mm = 78^\circ 0' 40''.$$

H. Buttgenbach. — Les minéraux du marbre noir de Denée (*Ibid.*, p. 83).

L'auteur signale la pyrite, la fluorine, le soufre, le quartz, la dolomie et la calcite.

Ce dernier minéral est en petits cristaux transparents de quelques millimètres ou en gros cristaux (3 centimètres) opaques.

Les petits cristaux présentent le scalénoèdre d^2, qui se trouve dans tous les échantillons, surmonté du rhomboèdre primitif p. L'angle pp, qui peut être mesuré très exactement, est de 74° 59′. Les cristaux peuvent être ramenés à quatre types : pb^1d^2, $pb^1b^6d^2$, $b^1d^2\gamma c^1$ ($\gamma = 522 = b^{1/2}d^1d^{1/3}$), le quatrième est semblable au précédent ; mais, entre d^2 et e^1, se trouve une suite de faces qui font paraître cette zone ondulée.

Les cristaux sont souvent maclés suivant b^1. Ils ont le même aspect que ceux du marbre noir de Rhisnes, décrit par Cesàro.

H. Buttgenbach. — La calcite de Villers en Fagne (*Ibid.*, p. 91).

Les cristaux, atteignant 10 centimètres suivant l'axe ternaire, se présentent sous deux aspects différents : le pre-

mier est caractérisé par la présence du scalénoèdre d^2 et d'autres formes de la zone e^1e^3, qui leur donnent une apparence conique ; le second est caractérisé par le développement du prisme e^2. Les cristaux prismatiques sont de formation postérieure aux cristaux scalénoédriques. L'isoscéloèdre de Rhisnes, $L = b^1/^7d^1d^1/^7$, déjà signalé par M. Cesàro, a été retrouvé. Les cristaux qui présentent l'isoscéloèdre sont de formation contemporaine, ou même très probablement antérieure, à celle des cristaux scalénoédriques.

Les formes observées sont :

Prismes, e^2 (110), $d^{1/4}d^1b^{1/5}$ (320), d^1 (210).
Rhomboèdres directs, p (111), e^3 (441), $Nc^{11/5}$ (16,16,1).
Scalénoèdres directs, d^3 (432), b^1 (435), d^2 (321), $d^{4/3}$ (741).
Isoscéloèdres, $L = d^{1/9}b^1b^{1/7}$ (16,8,3).
Scalénoèdres inverses, $\gamma = d^{1/3}d^1b^{1/2}$ (522), $e^{1/3}$ (621), $e_{1/2}$ (411), $\Theta = d^{1/5}d^{1/3}b^{1/4}$ (924), $e_{9/8}$ (17,1,9).
Rhomboèdres inverses, b^1 (102), $e^{1/3}$ (203), $e^{1/2}$ (101), e^1 (201), $e^{7/5}$ (401), $e^{3/3}$ (801).

Les cristaux présentent de nombreux groupements à axes parallèles. Leur étude montre qu'il y a eu, au moins, deux étapes dans la formation des cristaux.

Les cristaux de première formation sont des cristaux scalénoédriques, où domine surtout le métastatique d^2. Les cristaux de seconde formation sont des cristaux prismatiques formés du prisme e^2 terminé par le premier aigu e^1.

L'existence des formes des cristaux formées en dernier lieu vient confirmer la loi énoncée par M. Cesàro : Lorsqu'un cristal de calcite se forme autour d'un cristal préexistant, en général les arêtes du premier cristal tendent à être remplacées par des faces qui leur sont parallèles.

C. Palache. — Notes sur les tellurures du Colorado (*Am. J. of Sc.*, déc. 1900, p. 419).

Sylvanite de Cripple Creek. — Les échantillons de sylvanite ont d'abord été signalés par Pearce (1894). Les cristaux ont de 1 à 8 millimètres. Leur densité est 8,161. Ils sont en lames minces aplaties suivant g^1(010) et se disposent souvent pour donner cette forme ramifiée de la sylvanite.

Les formes observées sont p(001), h^1(100), g^1(010), (120), m(110), h^3(210), h^2(310), o^1(101), $o^{1/2}$(201), e^1(011), (525), (212), (323), $d^{1/2}$(111), (343), (121), (131), (141), (321), (521), (723), (341), (123), $b^{1/2}$(111), ($\bar{1}$21), ($\bar{3}$21), ($\bar{5}$21), ($\bar{1}$23). Les formes (525), (543), (723), (521), sont nouvelles. L'existence de macles suivant (101) a été constatée.

L'analyse a donné :

Au, 26,09; Ag, 12,49; Te, 60,82; Fe, 1,19; Ins., 1,02.
Total : 100,61.

Identité cristallographique de la goldschmidtite (1) *et de la sylvanite.* — La valeur des angles des deux minéraux étant presque identique, l'auteur a été conduit à rechercher si la composition ne serait pas aussi la même. A cause de la très faible quantité de goldschmidtite, il n'a pu analyser que l'or d'un échantillon provenant de Little May Mine. Les rapports sont les suivants :

	Little May Mine.	Goldschmidtite.	Sylvanite (Au, Ag, Te^4).	Sylvanite de Cripple Creek.
Or.	28,89	31,44	24,55	26,09

M. W.-H. Hobs n'a pas eu la quantité de matière suffisante pour refaire l'analyse.

(1) Voir *Bull.*, t. XXII, p. 178, 1899.

Cristaux de hessite du Colorado. — Les cristaux se trouvent dans des druses sur du quartz. Ils ont au plus un millimètre, présentent les formes (111), (101), (211) et ont l'air d'appartenir au système hexagonal. Mais l'un des cristaux a la forme d'un prisme, et l'autre celle d'une pyramide.

E. Kaiser. — Notices minéralogiques (*Centralblatt fur Mineralogie, Geologie, Paleontologie*, t. I, p. 94; 1900).

1° *Macle de quartz avec axes croisés de Trarbarch.* — Le plan de macle est $03\bar{3}4$. Les cristaux présentent les formes $e^2(1\bar{0}10)$, $p(1\bar{0}\bar{1}1)$, $(0\bar{1}\bar{1}1)$ $e^{1/2}$.

2° *Senarmontite et valentinite de la mine Casparizeche, près Amsberg* (Westphalie). — Les cristaux de senarmontite atteignent 1 millimètre; ils sont transparents ou laiteux et sont en octaèdres. Ceux de valentinite ne sont pas plus gros que les précédents; ils forment des agrégats fasciculés ou rayonnés. Les deux minéraux se sont formés postérieurement à la stibine sur laquelle ils se trouvent;

3° *Calamine du Laurium.* — Les cristaux de ce minéral sont très petits. Ils montrent les formes (110), (010), (011), (101).

A. Dieseldorff. — Nouveau gisement de tellurure de nickel (mélonite) (*Ibid.*, p. 98).

Ce rare minéral a été trouvé à 7 kilomètres nord de Worturpa, à 90 kilomètres ouest de la station de chemin de fer Leight Creek, Adélaïde (Australie). Ces cristaux n'ont pas été observés. La dureté est intermédiaire entre 1 et 2, mais plus près de 1 que de 2. Densité, 7,27. L'analyse, exé-

cutée par Goyden, montre que la composition est la même que celle de la mélonite de Californie et correspond à la formule Ni^2Te^3. Cependant, dans le minéral il n'y a pas trace d'argent, alors que Genth en a trouvé 4,08 dans celui de Californie.

G. Cesaro. — Sur l'arrangement cristallin du test calcaire de la bélemnite, des oursins et de la tige d'un crinoïde, fossiles du crétacé de Glons (*Ann. de la Soc. géol. de Belgique*, t. XXVI, p. 73).

Les observations ont été faites sur la *Belemnitella mucronata* Schl. L'auteur arrive aux conclusions suivantes : le test de la bélemnite est formé par une série de cônes d'aiguilles ayant leur sommet sur l'axe du fossile, aiguilles dont l'axe optique est dirigé suivant la longueur. Chaque aiguille d'un cône est réunie à l'aiguille qu'elle touche dans le cône sous-jacent, par un plan de symétrie d^1, commun aux deux aiguilles. L'angle du cône diminue à mesure que l'on descend dans le fossile et varie d'une manière continue, mais non uniformément depuis 180° jusqu'à une valeur voisine de 140°. Dans les parties supérieure et médiane, les cônes peuvent être assimilés à des plans horizontaux.

L'oursin étudié est l'*Echinocorys vulgaris* Breyn. Les résultats de Hessel (1826) sont confirmés : la matière cristallisée se trouve disposée de telle manière que l'axe optique est, en chaque point, normal à la surface du fossile. Chaque piquant est un cristal dont l'axe est dirigé suivant la longueur du premier.

Les articles de la tige du *Bourgueticrinus ellipticus* sont formés par un seul cristal de calcite.

STEFAN MEYER. — Sur la cristallisation dans un champ magnétique (*Akad. Vienne*, t. CVIII, p. 513; 1899).

L'auteur a reproduit par la photographie les formes cristallines du sulfate de cobalt, du sulfate du zinc, du sulfate de manganèse et du chlorure de cobalt, qu'on obtient en faisant cristalliser ces substances dans un champ magnétique. Une différence sensible existe dans l'arrangement des cristaux obtenus dans ces conditions et à l'état normal.

Le Secrétaire gérant,
PAUL GAUBERT.

TOURS. — IMPRIMERIE DESLIS FRÈRES, 6, RUE GAMBETTA.

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE MINÉRALOGIE

ANNÉE 1900. — BULLETIN N° 9.

Compte Rendu de la séance du 12 décembre 1900.

PRÉSIDENCE DE M. WALLERANT.

M. LE CHATELIER indique les résultats de ses recherches sur les solutions.

M. A. LACROIX fait les communications suivantes :

Sur les gneiss aurifères de Madagascar.

Par M. A. LACROIX.

L'or natif se rencontre dans les alluvions de la presque totalité de la région gneissique de Magadascar, bien que les gisements jusqu'à présent explorés soient surtout concentrés dans le massif central de l'île.

Les filons de quartz, qui, dans le plus grand nombre des régions aurifères, sont la source première de l'or alluvionnaire, n'ont été que fort peu étudiés jusqu'à présent à Mada-

gascar, et sauf trois d'entre eux, exploités dans les environs de Suberbieville avant la conquête, nous n'avons guère sur eux de renseignements positifs.

Je me propose de montrer dans cette Note que l'origine d'une partie au moins de l'or alluvionnaire de la grande île doit être recherchée dans un autre genre de gisement.

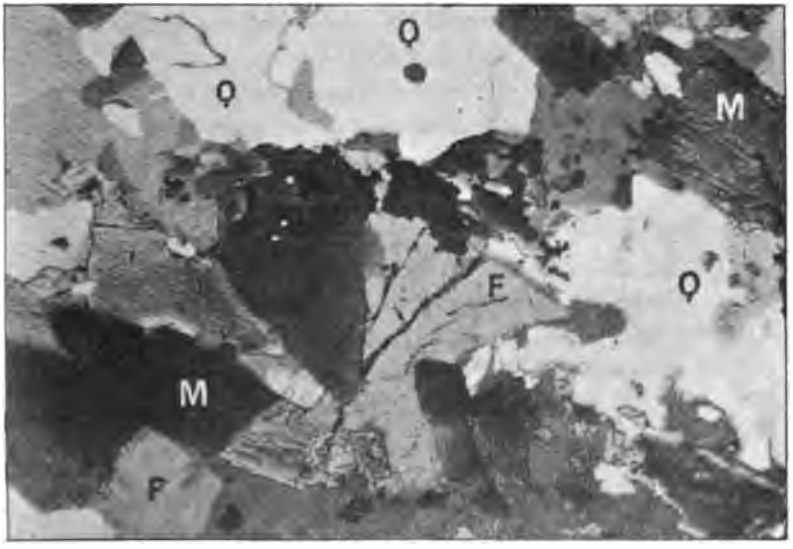
Plusieurs prospecteurs ont annoncé que de l'or avait été obtenu par le lavage direct de la terre rouge (*latérite*) qui, à Madagascar comme dans beaucoup de régions chaudes, résulte de la décomposition *sur place* des roches feldspathiques les plus diverses (gneiss, granite, etc.).

Les plus grosses pépites trouvées à Madagascar, et dont quelques-unes exposées en 1895 au Muséum par M. Suberbie, atteignaient 450 grammes, ont été recueillies aux environs de Suberbieville dans ces terres rouges, non loin, il est vrai, des filons de quartz dont il est parlé plus haut, mais en dehors d'eux. Elles ne sont absolument pas roulées, et il n'est pas douteux qu'elles aient été trouvées dans leur gisement originel.

A ces renseignements, je puis ajouter quelques observations précises, résultant de l'étude de deux échantillons donnés par M. Suberbie à la collection minéralogique du Muséum. Ils proviennent tous deux du Mandraty, affluent de l'Ikopa. Le premier est constitué par l'un de ces *quartzites à magnétite* si répandus dans l'île et qui y sont la source principale du minerai de fer. L'or natif y est régulièrement distribué et joue le même rôle que la magnétite, c'est-à-dire moule les grains de quartz ou est englobé par eux. Le métal précieux est intimement associé à cette magnétite, et il est sans aucun doute l'un des éléments primaires de la roche.

Le second échantillon est plus intéressant encore; il est constitué par un *gneiss* dont les lits sont alternativement

riches ou pauvres en biotite. L'or natif y est très abondamment distribué en grenailles ou en cristaux nets. L'examen microscopique montre, en outre des éléments qui viennent d'être énumérés, une très petite quantité de magnétite et des cristaux de zircon. Le feldspath est constitué par de l'orthose et par un oligoclase acide. Ils sont moins abondants que le quartz : celui-ci moule, généralement les feldspaths bien qu'il existe aussi dans ceux-ci, sous forme de cristaux arrondis ten-



Q, quartz. — F, feldspath. — M, mica. — L'or paraît sous la forme de taches noires.

dant à prendre une forme bipyramidée. La biotite constitue de grandes lames ou de petites paillettes, englobées dans les éléments blancs, mais les enveloppant parfois, comme cela a lieu dans les schistes micacés. La structure de la roche est celle d'un gneiss granulitique, mais se rapproche beaucoup de celle des schistes métamorphisés par le granite, et il me

semble probable que ce schiste, ainsi que beaucoup de ceux de la grande île, doive être considéré comme ayant une origine métamorphique.

La structure de l'or a une importance toute particulière : il constitue le plus généralement de grandes plages à contours sinueux, mais présentant une structure très nettement cristalline. Au voisinage de ces grands cristaux, le métal précieux s'égrène sous forme de petits cristaux distincts, bien que difficilement déterminables, mais dans lesquels les faces octaédriques et dodécaédriques paraissent dominer. Ces petits cristaux sont groupés en très grand nombre, suivant des surfaces courbes, à la façon bien connue des inclusions liquides à bulles mobiles du quartz, inclusions qui, du reste, sont extrêmement abondantes dans cette même roche. L'or natif est distribué indistinctement dans tous les éléments : biotite, feldspaths et quartz; dans la biotite, il se présente aussi quelquefois en petits cristaux extrêmement nets, couchés dans le clivage *p* à la façon du rutile dans ce même minéral.

Il y est quelquefois accompagné de magnétite. J'ai observé autour d'une plage de biotite, englobée dans du quartz, de nombreux petits cristaux d'or natif.

Pour étudier facilement l'or natif dans les plaques minces, il faut les examiner par réflexion, à l'aide d'une vive lumière et de préférence celle de soleil; l'or natif se montre alors avec sa belle couleur jaune et une surface grenue tout à fait caractéristique.

Il n'existe pas trace de pyrite dans cet échantillon.

Des faits qui viennent d'être exposés il résulte donc cette conclusion que l'or natif est un élément normal du gneiss qui le renferme ; il a au moins en partie cristallisé avant tous les autres minéraux de la roche qui l'englobent en inclusions, (à l'exclusion du zircon). C'est, je crois, avec l'observation

faite par M. Orville Derby (1), dans le district de Campanha (Miñas Geraès), le seul exemple d'or natif jouant le rôle de minéral primordial dans une roche gneissique. On peut chercher à expliquer ce curieux mode de gisement à l'aide de quelques faits d'observations connus dans d'autres régions.

L'or natif en cristaux anciens a été signalé, par M. Merrill (2), dans un échantillon de granite de la Sonora, par M. Jacquet dans le granite de Broken Hill (Australie) (3).

On sait, d'autre part, que l'or natif existe en petite quantité dans quelques filons stannifères (notamment dans ceux du Limousin), produits par des émanations du magma granitique.

La collection du Muséum possède un échantillon de gneiss granulitique des environs de Nantes renfermant une géode tapissée de cristaux de quartz, d'apatite et des lamelles d'or natif.

Enfin, M. Faribault a signalé (4) dans la Nouvelle-Écosse des filons de pegmatite dont les apophyses, de plus en plus pauvres en mica et en feldspath, se terminent par des filonnets de quartz aurifère.

Il est donc bien établi que l'or est un élément possible, quoique rare, des magmas granitiques. Il n'est pas étonnant dès lors de le voir apparaître sous une forme plus abondante dans certains schistes cristallins, tels que ceux de Madagascar, au milieu desquels l'influence du granite éruptif se fait sentir à chaque pas.

On peut en outre se demander si les filons quartzeux aurifères de l'île ne doivent pas, eux aussi, être en relation avec le granite. En effet, ces filons renferment parfois des parties

(1) *Americ. J. of sc.*
(2) *Ibid.*, avril 1896.
(3) In Cumenge, *L'Or dans la nature*, 1898; p. 25.
(4) In Cumenge, *op. cit.*, p. 26.

quartzeuses limpides, semblables à ces blocs de cristal de roche que l'on rencontre dans la plupart des rivières de Madagascar. Or ces derniers sont souvent riches en inclusions de tourmaline, de muscovite, qui ne laissent pas de doute sur leurs relations avec les pegmatites.

L'intérêt théorique de cette question, malgré toute son importance, ne doit pas faire perdre de vue son côté pratique; il est probable que les faits que je viens de décrire dans la région de Suberbieville ne sont pas isolés. M. G. Grandidier m'a dit avoir vu, aux environs d'Ambositra, des paillettes d'or dans un bloc de gneiss formant la pierre principale d'un tombeau malgache. Il y a donc lieu d'appeler l'attention des explorateurs de Madagascar sur la présence de l'or dans les gneiss et mieux encore dans les terres rouges (latérites) provenant de leur décomposition, qui se prêteront plus facilement à la recherche du métal précieux.

Sur les minéraux des gîtes métallifères d'Ambatofangehana (Madagascar).

Par M. A. Lacroix.

Les Malgaches ont exploité, dans des calcaires cristallins, intercalés au milieu des micaschistes, un gisement de cuivre à Ambatofangehana (province d'Ambositra). M. Villiaume a donné (1898), dans un rapport de mission, quelques détails sur cette région minière et rapporté en France des échantillons des minerais exploités (*érubescite*, avec *chalcopyrite*, *malachite*, *chessylite*, *etc.*).

M. Guillaume Grandidier a exploré le même gisement et rapporté au Muséum une collection dans laquelle j'ai trouvé, outre les minerais précités, engagés dans du quartz et de

la calcite, plusieurs échantillons d'un minéral peu commun, la *brochantite*, sur lequel j'appelle l'attention.

Aux affleurements de ce gisement, l'érubescite est traversée de filonnets verts ayant souvent moins de 1 millimètre d'épaisseur. Quand l'altération est plus complète, le minerai se transforme peu à peu en une masse caverneuse, dans laquelle des veinules vertes, enchevêtrées, limitent de nombreuses cavités que tapisse ou remplit de l'oxyde de fer terreux rouge. La substance verte est généralement constituée par de la malachite fibreuse et plus souvent terreuse, de la *chrysocole ;* mais, dans quelques échantillons, elle est sulfatée et formée par de la *brochantite.*

La *brochantite* forme des croûtes cristallines qui, au premier abord, ne se distinguent pas de la malachite ; un examen plus attentif fait voir que le minéral possède un éclat vitreux très vif; ses cristaux, orthorhombiques, allongés suivant l'axe vertical, sont striés dans la zone prismatique ; ils sont d'un vert plus ou moins foncé, parfois presque noir. Tandis que les aiguilles de malachite [il en existe quelquefois qui possèdent des terminaisons *p* (001) distinctes, comme dans les cristaux d'Horhausen] sont généralement implantées perpendiculairement ou obliquement à leur gangue, les cristaux de brochantite, au contraire, sont couchés à plat sur celle-ci, formant à sa surface une sorte de vernis cristallin qui empêche d'isoler les cristaux ; ceux-ci, d'ailleurs, n'atteignent guère plus d'un millimètre. Le quartz, englobé dans l'érubescite, est très fissuré ; ses fentes sont remplies par des cristaux de brochantite, faciles à détacher. Ce sont eux que j'ai pu examiner au microscope ; ils sont allongés suivant l'axe vertical, très cannelés et terminés par un pointement aigu [probablement $a\ ^1/^2$ (201)]. Ces cristaux sont transparents ; entre les nicols croisés ; ils s'éteignent suivant leur axe vertical ; leur allongement est de signe *positif.* A travers

le clivage facile g^1 (010), on constate des images centrées, correspondant à la bissectrice aiguë négative. avec grand écartement des axes optiques.

Le minéral est attaqué par les acides sans résidu, si l'on a eu soin de le débarrasser complètement de la chrysocole qui l'accompagne. Des essais microchimiques montrent qu'il ne renferme que du cuivre et de l'acide sulfurique ; dans le tube, il perd de l'eau et noircit.

Tous ces caractères établissent l'identité de cette substance avec la brochantite. Ce minéral n'étant connu que dans un petit nombre de localités, il y aurait lieu de le rechercher d'une façon spéciale dans ce gisement. J'appelle tout spécialement l'attention des prospecteurs sur l'intérêt qu'il y aurait à en trouver des cristaux de dimensions maniables.

Parmi les échantillons recueillis par M. Grandidier, se trouvent aussi (à la surface d'un calcaire friable) de petits cristaux de chessylite, allongés suivant l'axe *b*, des globules de malachite parfois mélangés à une *asbolite* très cobaltifère qui leur donne une couleur d'un vert noir, analogue à celle de l'olivenite, enfin des globules d'opale (fiorite), et de petites lamelles *p* (001), *m* (110) de barytine, recouvrant une limonite scoriacée.

Il existe aussi, au Nord-Est d'Ambatofangehana, entre la Vato et la Manandona, des filons d'une belle galène à larges lames. Aux affleurements, elle est plus ou moins transformée en cérusite incolore ou noire, dont je n'ai pu extraire de cristaux déterminables.

Quelques échantillons sont recouverts d'une croûte cristalline verdâtre de *cérargyrite* translucide, se distinguant facilement par son éclat gras et la facilité avec laquelle elle se coupe au couteau. Un traitement par l'ammoniaque de quelques autres échantillons de cérusite, puis la précipitation du chlorure d'argent par l'aide azotique.

montrent qu'ils possèdent une teneur assez élevée en argent.

C'est là le premier minéral d'argent trouvé à Madagascar et, à ce point de vue, il méritait une mention spéciale.

Au Sud-Est d'Ambatofangehana, M. Villiaume a recueilli des grès imprégnés de psilomélane, plus à l'Est, les pegmatites renferment de grandes lames d'*amazonite*.

En terminant, je signalerai l'existence, à 6 kilomètres d'Ambositra, d'un gisement nickelifère, exploré par le même voyageur. D'après les échantillons recueillis par lui et par M. G. Grandidier, on peut constater dès à présent qu'il consiste en une serpentine de lherzolite très altérée, dont les fentes sont imprégnées d'un silicate de magnésie nickélifère qui rappellent la nouméite, bien que paraissant en moyenne moins riches en nickel que celle-ci. La structure concrétionnée fibreuse et les propriétés optiques de ce minéral sont les mêmes que celles de la nouméite.

Des filonnets de trémolite (en partie transformée en talc) existent au milieu de cette serpentine altérée.

Sur les minéraux des gisements manganésifères des Hautes-Pyrénées.

Par M. A. Lacroix.

Les assises schisto-calcaires dévoniennes de la montagne de la Serre d'Azet sont imprégnées de minéraux manganésifères, *rhodonite*, *friedelite* et *dialogite*, transformés aux affleurements en manganite, elle-même décomposée en polianite (pyrolusite). Des exploitations ont été depuis longtemps ouvertes sur ces couches minéralisées, soit sur le versant de la vallée de Louron (Adervielle), soit sur celui de la

vallée d'Aure (Vielle-Aure); je n'ai visité que les mines d'Adervielle, mais j'ai étudié de nombreux échantillons de celles de Vielle-Aure, recueillis, en 1879, par Des Cloizeaux.

A Adervielle, la rhodonite et la dialogite forment des roches compactes, rubanées comme les calcaires intacts, au milieu desquelles se rencontrent des masses lamellaires ou fibrolamellaires de rhodonite rose mélangée de quartz, des masses de friedelite compacte d'un rouge de viande fumée, de dialogite saccharoïde riche en cristaux lamelleux de friedelite. Mais l'intérêt se concentre sur des veines de dialogite spathique rose dont les éléments atteignent fréquemment 1 centimètre; elles sont creusées de cavités, dans lesquelles font parfois saillie de jolis rhomboèdres p $(10\bar{1}1)$ du même minéral. Le plus souvent, cette dialogite lamellaire n'est pas pure; elle est mélangée d'*alabandite* à larges clivages cubiques, plus rarement de *hübnerite* en cristaux d'un rouge de rutile à structure lamelleuse, de petits prismes hexagonaux basés a^1 (0001), e^2 $(10\bar{1}0)$, de *friedelite*, et enfin de *téphroïte*.

La téphroïte constitue des grains ne dépassant guère $1^{mm},5$, ou de petites masses cristallines ; dans une lame mince taillée dans la dialogite lamellaire, j'ai observé des cristaux ayant la forme bien connue de l'olivine du basalte. Ils sont d'un brun foncé, translucides ou transparents. Leurs propriétés optiques sont celles du péridot manganésifère; la biréfringence est élevée, le plan des axes optiques parallèle à h^1 (100), la bissectrice aiguë est négative, avec axes optiques très écartés et $\rho > v$. Le minéral fait facilement gelée avec l'acide chlorhydrique ; la solution ne donne que les réactions du manganèse. Je n'ai pu en isoler une quantité suffisante pour une analyse quantitative ; mais il est évident que ce minéral est identique à la *téphroïte*.

Les fentes des roches manganésifères sont quelquefois

tapissées de cristaux de quartz hyalin et d'albite (type de l'Oisans).

A Vielle-Aure, la friedelite paraît plus abondante, et elle se présente avec des aspects plus variés. En outre de la forme compacte rouge foncé, on trouve des masses compactes ou cristallines d'un lilas clair ; elles sont quelquefois mélangées à de petites lames de rhodonite rose, à de jolis rhombododécaèdres de grenat grossulaire, qui sont beaucoup plus rares, à Adervielle. Enfin elle existe aussi en lamelles hexagonales à cristaux très nets dans une dialogite grenue. Par ses propriétés optiques et sa structure, la friedelite offre dans les lames minces taillées dans ses diverses variétés une grande analogie d'aspect avec un produit du groupe des micas.

La découverte que j'ai faite, à Adervielle, de cristaux macroscopiques de téphroïte, présente un intérêt tout spécial à cause de la description, que M. Lienau a faite récemment [1], de deux soi-disants minéraux nouveaux de Vielle-Aure.

L'un d'eux, qu'il désigne sous le nom de *viellaurite*, est d'un gris noir (densité 3.77), compact : sa composition est la suivante :

$$CO^2,\ 21{,}09;\ SiO^2,\ 11{,}93;\ MnO,\ 63{,}01\ ;\ FeO,\ 1{,}56;$$
$$MgO,\ 0{,}77\ CaO,\ 1{,}06\ S,\ 0{,}55 = 99{,}97.$$

cette composition correspondrait à la formule

$$5MnCO^3, 2Mn^2SiO^4,$$

soit à 51.05 0/0 de dialogite et 48.95 0/0 de téphroïte.

L'examen microscopique que j'ai fait de l'échantillon que m'a communiqué M. Lienau et de nombreux autres prove-

(1) *Chemiker Zeitung*, XXII, 118; 1899.

nant du même gisement, m'a permis de cosntater que cette substance ne constitue pas un minerai défini, mais une roche formée par le mélange de petits grains de téphroïte, ayant les propriétés de celle d'Adervielle, et de dialogite ; il existe en outre une petite quantité d'alabandite.

Le second minerai, appelé *torrensite* (densité 3.62) par M. Lienau, a une composition différente, représentée par la formule $MnCO^3$, $MnSiO^3$, 1/2 H^2O, correspondant à 45.03 de dialogite et 51.44 0/0 de rhodonite, déduite de l'analyse suivante.

CO^2, 16,44 ; SiO^2, 15,12 ; MnO, 48,48 ; FeO, 1,11 ; MgO, 1,42 ; CaO, 7,85 ; Al^2O^3, 3,52 ; H^2O, 3,22 ; = 100,06.

Les conclusions de l'étude optique sont les mêmes que pour le produit précédent : il n'y a pas là d'espèce minérale définie, mais une roche formée par mélange de dialogite et de rhodonite ; la petite quantité d'eau décélée par l'analyse est due à l'existence des produits hydratés d'altération de la rhodonite, qui donnent à la roche sa fréquente coloration sépia clair.

En 1879, les haldes de la mine de Vielle-Aure renfermaient les débris de géodes de gros rhomboèdres de dialogite d'un rose parfois un peu lilas, atteignant 2 centimètres suivant une arête culminante. Ils présentent assez fréquemment de petites facettes e^2 $(10\bar{1}0)$ et d^1 $(11\bar{2}0)$. Ces cristaux sont, avec ceux du comté d'Alicante dans le Colorado, les plus gros cristaux de cette espèce minérale, que j'ai eu l'occasion de voir.

Quant aux oxydes de manganèse de ces deux gisements, ils sont le plus souvent terreux ou compacts. Ils renferment parfois cependant des géodes tapissées de cristaux de manganite d'un gris d'acier.

Ils sont à rapporter à deux types se trouvant dans des géodes distinctes. Le premier constitue des cristaux de 5 millimètres, possédant les formes h^3 (210), m (110), p (001); les faces g^1 sont extrêmement petites, les faces h^3 très cannelées verticalement.

Les cristaux du second type sont lamelleux suivant h^1 (100) et très striés ; ils présentent g^1 (010) et sont terminés par de très petites faces brillantes p et $a^{5/2}$ (205).

Fréquemment ce pointement est indistinct, les cristaux sont terminés par des surfaces arrondies et aussi en grand nombre pour constituer des cavités fibreuses.

Les angles mesurés sont les suivants :

	mesuré	calculé (1)		mesuré	calculé
g^1h^3..	113° 9′	112° 53′,	$pa^{5/2}$..	165° 38′	165° 31′ 30″

Ces cristaux sont très difficiles à isoler à cause de l'extrême de facilité de leur clivage g^1.

Sur la willémite d'Algérie et du Congo.

Par M. A. Lacroix.

Il existe en Algérie, et particulièrement dans la province de Constantine, un très grand nombre de gisements calaminaires au milieu de calcaires d'âge varié, depuis le lias jusqu'à l'éocène. Le minerai, remplissant des fentes ou formant plus généralement des amas interstratifiés, est d'ordinaire formé par de la smithsonite. Elle s'y présente sous forme compacte finement grenue ou concrétionnée, souvent riche en géodes que recouvrent des enduits mamelonnés à structure

(1) En partant des paramètres $a : b : c$: 0,84407 : 1 : 0,54484 (Haidinger)

fibreuse du même minéral, dont les variétés de couleur sont nombreuses et rappellent les plus beaux échantillons des mines du Laurion. Les cristaux distincts de smithsonite sont extrêmement rares et sont, à ma connaissance, localisés dans le gisement de l'Oued Ouarsenis.

La calamine, au moins sous la forme nettement cristallisée, n'est pas moins rare dans les gisements algériens ; si l'on en excepte les magnifiques cristaux trouvés à l'Oued Ouarsenis par M. Gentil, je n'ai eu entre les mains que de petits cristaux du gîte de Kef-Semmah et de Bou Thaleb.

Cette note a pour but de signaler un important gisement de *willémite*. L'échantillon que j'ai observé était exposé au Champ de Mars, comme calamine. Il provient de la mine de Bou Thaleb, au Sud-Ouest de Sétif (Constantine).Ce gisement consiste en remplissage de fentes au milieu de calcaires jurassiques et de couches interstratifiées au contact de calcaires et de marnes. D'après les renseignements que j'ai recueillis, ce gisement, qui n'a été encore qu'exploré, est surtout constitué par des silicates de zinc et de la zinconise, avec un peu de galène, de panabase et de cinabre.

L'échantillon que j'ai étudié est constitué par l'enchevêtrement de petits cristaux prismatiques de willémite incolores et limpides, ou colorés en rouge par des inclusions d'hématite.

Le minérai est éminemment miarolitique, il se montre hérissé de toutes parts par les pointes cristallines du minéral qui nous occupe. La forme habituelle est un prisme hexagonal basé avec des rhomboïdes arrondis.

Ces cristaux ne dépassent guère 2 millimètres suivant l'axe vertical. Il existe un clivage facile suivant a^1, qui permet d'obtenir aisément des lames basiques à travers lesquelles on voit en lumière convergente un axe optique unique avec signe positif.

La densité du minéral, débarrassé autant que possible, mais incomplètement, de ses inclusions ferrugineuses, est de 4,16.

Il s'attaque facilement par les acides en formant gelée : il est anhydre et ne contient que de la silice et de l'oxyde de zinc ; il ne diffère pas, par ses caractères physiques et chimiques, de la willémite de Moresnet.

Des lames minces taillées dans la masse du minéral montrent que ces cristaux ont une grande tendance à former des groupes plus ou moins sphérolitiques.

Dans quelques géodes, les cristaux de willémite sont recouverts d'une croûte d'un blanc laiteux, constituée par de petites lamelles de calamine ; dans d'autres, j'ai observé de très petits cristaux a^1 (0001), m $(10\bar{1}0)$, $b\ ^1/^2$ $(10\bar{1}1)$ de mimétite jaune d'or.

Bou Thaleb constitue le second gisement de willémite en Afrique. M. A. Le Chatelier a en effet indiqué (1) l'existence de ce minéral dans le gisement de dioptase de Mindouli (Congo français).

Dans les fragments, que M. H. Le Chatelier a bien voulu me communiquer et dans ceux que j'ai trouvés parmi les anciens envois faits au Muséum par M. Thollon, la willémite constitue de petits cristaux de moins d'un millimètre, disséminés au milieu de quartz translucide un peu enfumé : ils ont une teinte légèrement bleuâtre. Dans les lames minces, ils se présentent sous la forme de prismes hexagonaux basés, racourcis suivant l'axe vertical, ou en grains irréguliers.

Leurs propriétés sont celles qui ont été indiquées plus haut. Ils sont accompagnés de rhomboèdres de calcite et de cristaux de dioptase.

(1) *C. R.*, CXVI, 894 ; 1893.

Compte rendu des publications étrangères.

C. Schmidt. — Minéraux de la dolomie triasique de Baltschiederthal (*Neues Jahr. f. Min.*, t. I, p. 16; 1900).

Les cristaux se trouvant dans les druses de la dolomie, sont de la dolomie, de la calcite, de la fluorine, de la célestine, du quartz, de l'adulaire, de la barytine, de l'anatase, de la blende, de la galène et du cuivre gris. Ces minéraux ne présentent rien de particulier. Les cristaux de quartz contiennent des inclusions de phlogopite. Le cuivre gris se trouve dans des conditions semblables à celui de Grosstrog et de Ausserberg, qui sont dans le voisinage de Baltschiederthal et que v. Vallenberg a décrit sous le nom de studérite.

Th. Liebisch. — Sur le minimum de déviation par un prisme d'une substance d'un cristal biaxe (*Ibid.*, p. 57).

F. Zambonini. — Sur deux cristaux d'épidote riches en faces de Sulzbach (*Ibid.*, p. 181).

Un cristal présente les formes $o^{5/9}$(905), $o^{4/9}$(904) $b^{1/5}$(552), qui sont nouvelles pour le gisement de Sulzbach, et les formes $o^{2/3}$(302), $o^{15/16}$(16.0.15), qui sont nouvelles pour l'épidote. Le deuxième cristal possède la forme $o^{5/3}$(305), qui était encore inconnue à Sulzbach et (11.6.5), (13.6.6), qui sont nouvelles. De ses mesures, l'auteur obtient pour les rapports des axes :

$$a : b : c = 1{,}58187 : 1 : 1{,}80758. \qquad \beta = 64^\circ\, 35'\, 15''$$

H. Ohm. — Sur la cérusite de la mine Perm près Ibbenburen et quelques autres cérusites de Westphalie (*Neues Jahrb. f. Min. und Geol. Beil.*, Bd XIII, p. 1 ; 1900).

Les cristaux de cérusite des différents gisements de Westphalie sont presque tous aplatis suivant g^1 (010). Ils forment souvent des macles par groupement de deux ou de trois individus. La moyenne de nombreux calculs a donné pour le rapport des axes :

$$a : b : c = 0{,}60998 : 1 : 0{,}72311$$

La mesure des constantes optiques a conduit aux résultats suivants :

	B	D	E
n_g (α)	2,06089	2,07826	2,09223
n_m (β)	2,05495	2,07252	2,08791
n_p (γ)	1,79311	1,80326	1,81619
2V	8° 30′ 9″	8° 19′ 48″	7° 41′ 21″
2E (mesuré)	17° 39′ 05″	17° 19′ 40″	16° 15′ 2″
2E (calculé)	17° 36′ 46″	17° 16′ 16″	16° 10′ 30″

R. Brauns. — Observations sur la cristallisation du soufre obtenu par fusion (*Ibid.*, p. 39).

Les observations ont été faites au microscope. Le soufre, fondu sous la lamelle couvre-objet, est placé sur la lame porte-objet, sur laquelle il cristallisait par refroidissement. Ces recherches ont amené l'auteur à la découverte de nouvelles modifications du soufre, qui sont maintenant au nombre de huit à l'état solide : 1° le soufre rhombique ; 2° le soufre monoclinique découvert par Mitscherlich ; 3° le soufre à structure concentrique (monoclinique?) correspondant à la

3° modification de Muthmann; 4° le soufre monoclinique en fibres radiées (soufre nacré de Gernez); 5° le soufre rhombique en fibres radiées; 6° le soufre trichitique; 7° le soufre monoclinique en tables hexagonales, découvert par Muthmann; 8° le soufre rhomboédrique de Engel.

Le soufre rhombique en fibres radiées est le moins biréfringent de tous ceux qui sont obtenus par solidification. Il se produit facilement quand le soufre, chauffé jusqu'à ce qu'il soit devenu très brun (160°), est refroidi rapidement et aussi, par transformation du soufre trichitique. Cette modification est assez stable à la température ordinaire. Quelques préparations se sont conservées pendant quatre semaines. Le soufre trichitique se distingue de toutes les autres modifications par sa forme et par son instabilité. On l'obtient en refroidissant très rapidement le soufre fondu de couleur brun foncé. Ses cristaux sont très biréfringents. Si, pendant la cristallisation, on chauffe légèrement la préparation, cette modification continue d'abord à se développer; mais en même temps il se produit la forme précédente et, au bout d'un moment, tous les cristaux de la modification trichitique se transforment en soufre rhombique en fibres radiées.

De nombreuses photographies accompagnent le texte.

L. Milch. — Communications minéralogiques (*Ibid.*, 1900, t. I, p. 152).

Sur une macle de l'albite suivant la loi de Baveno. — L'échantillon étudié provient de Schmirn (Tyrol). Les deux individus maclés possèdent les faces $(\bar{1}01)$, $(\bar{2}01)$, (110), $(\bar{1}10)$, (001), $(\bar{1}\bar{1}1)$. Le cristal a en outre la face $(0\bar{2}1)$. Cette macle est très rare dans l'albite; c'est la quatrième fois qu'elle est constatée.

L'auteur décrit ensuite : une macle quadruple de l'albite

suivant la loi de Baveno de Rettenegg dans le Rauris (Salzbourg). Chaque individu possède les faces $p(001)$, $g^1(010)$ et $a^1(\bar{1}01)$.

Sur les macles de la chalcosine du Cornwall. — Un nouveau plan de macle a été constaté, c'est $a^{1/2}(201)$. Les échantillons proviennent de St-Yves et de la mine Levant, près St-Just.

Sur la columbite de Sonikedal, près Kragerö. — Les cristaux, atteignant 3 centimètres de longueur, sont peu riches en faces. Schrauf avait pensé que la columbite n'était pas holoèdre, mais hémièdre. Alors que Mügge a obtenu des figures de corrosion dont la forme est en rapport avec l'holohédrie du système rhombique, l'auteur obtient des figures de corrosion paraissant montrer l'hémiédrie du minéral.

F. Rinne. — Notice sur le rubis et sur les composés du chrome (*Ibid.*, p. 108).

Les échantillons de rubis obtenus artificiellement par Hans Goldschmidt et déjà décrits par M. O. Mügge (*Tschermak's Mittheilungen*, t. XIX, p. 164; 1899) sont étudiés par M. F. Rinne, qui s'occupe surtout de la coloration des minéraux contenant du chrome.

C. Viola. — Étude sur les feldspaths (*Zeitsch. f. Kryst.*, t. XXXII, p. 305; 1900).

Péricline de Weidalp, Habachthal, Salzbourg. — Les échantillons de cette nouvelle localité sont remarquables par leurs dimensions. Ils atteignent 2 centimètres suivant les axes horizontaux et 7 à 8 millimètres suivant l'axe vertical. Leurs formes sont $g^1(010)$, $m(1\bar{1}0)$, $t(110)$, $a^{1/2}(201)$, $g^2(130)$.

Les cristaux se groupent par 4 ou par 8. Une nouvelle macle a été constatée. L'axe de cette macle est perpendiculaire à l'arête g et parallèle à la face p. Elle diffère donc de la macle de Manebach par le fait que la face p, qui conserve sa position dans cette dernière macle, change dans la nouvelle, qui est désignée sous le nom de macle de Scopi, de la localité où elle se trouve ; l'auteur propose aussi le nom de deuxième macle de Carlsbad.

Albite d'Amelia Co. — La mesure des indices faites avec l'appareil de Pulfrich a donné les valeurs moyennes suivantes :

$$n_p\,(\alpha_D) = 1{,}52921,\ n_m\,(\beta_D)\ 1{,}53306,\ n_g\,(\gamma_D)\ 1{,}53929.$$

d'où :

$$2V = 76^\circ\,36'.$$

Albite de Wallhonrthörl près Pregratten. — Avec la lumière du sodium, les indices suivants ont été obtenus :

$$n_p(\alpha) = 1{,}52998,\ n_m(\beta)\ 1{,}53378,\ n_g(\gamma)\ 1{,}54009,\ \text{et}\ 2V = 75^\circ 56'.$$

obtenus par le calcul.

Péricline de Kramkogl, Rauris, Salzbourg.

$$n_p = 1{,}52934,\ n_m\ 1{,}53398,\ n_g\ 1{,}53903,\quad \text{d'où}\quad 2V = 87^\circ\,53$$

Albite-oligoclase de Bakersville (Caroline du Nord).

$$n_p = 1{,}52898,\ n_m\ 1{,}53290,\ n_g\ 1{,}53915,\quad \text{d'où}\quad 2V = 77^\circ\,4'.$$

Toutes ces mesures se rapportent à la lumière du sodium.

Le travail contient, en outre, un grand nombre de mesures relatives aux autres couleurs. On a $\rho < v$ pour les trois premiers échantillons décrits ci-dessus et $\rho > v$ pour l'albite-oligoclase.

S. L. Penfield et W.-E. Ford. — Quelques cristaux de calcite (*Z. f. K.*, XXXIII; 513, 1900.

Calcite avec inclusions de quartz de Bad Lands, Washington Co, South Dakota. — Les cristaux de calcite contiennent de nombreuses inclusions de quartz, semblables à celles que montrent les cristaux de Fontainebleau; mais leur forme est différente. Au lieu d'avoir la forme du rhomboèdre e^1, ils ont l'apparence hexagonale, et sont arrondis à leurs extrémités. Ils présentent la forme de l'isoscéloèdre γ $(8.8.\overline{16}.3)$ que M. Cesàro a constatée dans la calcite de Rhisnes, et ils sont souvent terminés par les faces du rhomboèdre primitif p $(10\overline{1}1)$ et par la base a^1 (0001). Les petits grains de sable inclus dans les cristaux sont arrondis et atteignent un demi-millimètre de diamètre. Les cristaux de calcite, qui ont plusieurs centimètres de longueur, sont gris et ont presque la couleur de ceux de Fontainebleau.

Calcite de Union Springs, Cayuga Co. N. J. — Les cristaux présentent le scalénoèdre $(7.4.\overline{11}.3)$, comme forme dominante. Ils sont maclés suivant a^1 et suivant p, comme dans la macle habituelle du scalénoèdre d^2. La macle beaucoup plus rare, suivant la face du rhomboèdre e^1 $(02\overline{2}1)$, a aussi été observée.

L'auteur décrit en outre quelques cristaux du Cumberland, du Lancashire et de la syénite éléolitique de Montréal (Canada).

S.-L. Penfield. — Goniomètre de contact et rapporteur de construction simple (*Ibid.*, 548).

J. Struver. — Le gisement des minéraux Saulera et de Rocca Nera dans la vallée d'Ala (*Centralblatt f. Min.*, t. I, p. 41).

Saulera. — Dans des schistes calcaires ou chloriteux on

trouve de beaux cristaux d'épidote, du grenat, du diopside, du clinochlore, de l'apatite en très petits cristaux et du sphène.

Rocca Nera. — Les cristaux de grenat de 1 millimètre, à 4-5 centimètres de diamètre, sont très riches en faces, qui présentent souvent des caractères particuliers (éclat, stries, etc.). L'idocrase a la couleur de l'idocrase manganésifère de Corbassera. L'apatite se présente en tables minces ou en baguettes, en cristaux isolés ou en cristaux associés.

K. Keilhack. — Sur la phosphorescence des minéraux (*Verh. d. deuts. geol. Gesellsch.*, 1898, p. 131).

Les différents minéraux n'ont pas le même pouvoir de devenir lumineux sous l'influence des rayons Röntgen. Ce dernier change non seulement avec l'espèce minérale, mais aussi avec le gisement. Il y a une grande différence entre la fluorine de Zinnwald et celle de Rabenstein, qui est de beaucoup plus grande que la première. L'anhydrite devient assez lumineuse, alors que le gypse ne donne aucun phénomène. Le tableau suivant permet, du reste, de voir les différences constatées. L'auteur a établi une échelle allant de 0 à 64, ce dernier nombre correspondant au maximum d'éclairement sous l'influence des rayons Röntgen. Voici un extrait de son tableau :

Diamant brun	Cap	12
— incolore	—	18
Zircon	Frederikvärn	8
—	brun clair, Kimberley	39
—	Ceylan	14
Sylvine	Thuringe	25

Sel gemme	Stassfurt	29
Cérargyrite	?	27
Fluorine	Kandau	26
—	Zinnwald	4
—	Angleterre	26
—	vert pâle, Gabel, Thuringe	38
—	incolore Rabenstein	64
—	peu colorée, un peu trouble de Saxe	26
—	jaune foncé, Saxe	27
—	rose, Göschenen	50
—	violette, Badenweiler	34
—	vert clair, violette, Allonheads	37
Matlockite	?	26
Phosgénite	?	19
Calcite	Andréasberg	32
Aragonite	?	5
Whitérite	Northumberland	2
Strontianite	Drensteinfurt	3
Cérusite	Ibbenbüren	32
Leadhillite	?	14
Glauberite	?	17
Anhydrite		5
Anglésite		25
Scheelite		60
Apatite	verdâtre, Ehrenfriedersdorf	34
—	violette —	43
Autunite	?	10
Topaze	Saxe	10
—	Brésil	0
Wollastonite	Banat	50

La couleur est jaune avec l'apatite, verte avec la fluorine, bleue avec le diamant et la scheelite, jaune et sans caractères particuliers avec les autres minéraux.

W.-F. Hillebrand et F. Leslie Ransome. — Sur la carnotite (1) et les minéraux vanadifères qui lui sont associés dans le Colorado-Ouest (*Am. J. of. Sc.*, 4e série, t. X, *août* 1900).

Le ciment calcaire des sables verts de Placerville a été remplacé par un autre ciment formé de minéraux vanadifères cristallisés. L'analyse du sable a montré que la composition du minéral formant le ciment était la suivante :

SiO^2, 46,06 ; V^2O^3, 12,84 ; Al^2O^3, 22,55 ; Fe^2O^3, 0,76 ; CaO, 0,44 ; BaO, 1,35 ; MgO, 0,92 ; K^2O, 8,84 ; Na^2O, 0,22 ; H^2O à 105°, 1,98 ; H^2O de 105° à 300°, 0,51 ; H^2O au-dessus de 300°, 3,56. — Total : 100.

Il peut être rapporté à la roscoelite ; mais il est à remarquer que les proportions Al^2O^3 et V^2O^3 sont inverses dans les deux minéraux ; il y a en, effet, 24 0/0 de V^2O^3 et 11,54 de Al^2O^3 dans la roscoélite. On a là un exemple frappant du remplacement isomorphe de Al^2O^3 par V^2O^3.

Les analyses de carnotite de trois localités différentes ont donné les résultats suivants, qui ont été calculés en tenant compte des éléments qui sont étrangers au minéral.

	I*a*	I*b*	I*c*	II*a*	II*b*	III
V^2O^5	20,72	21,09	20,12	20,54	19,85	20,62
P^2O^5	0,90	0,40	0,51	0,06	»	»
Al^2O^3	»	0,29	»	»	»	»
UO^3	61,53	60,06	60,55	61,44	59,31	58,75
CaO	3,03	2,77	3,28	2,11	2,10	4,70
BaO (SrO)	1,03	0,83	0,83	3,22	3,64	0,83
MgO	0,25	0,23	0,31	0,16	0,19	0,20
K^2O	7,31	7,73	8,39	6,21	5,80	4,33
Na^2O	0,15	0,10	0,09	0,15	0,02	0,03
H^2O (— 105°)	2,72	2,98	2,36	3,59	5,13	5,30
H^2O (+ 105°)	2,36	3,52	3,56	2,52	3,96	5,24
Total	100	100	100	100	100	100

(1) *Bull.*, t. XXII, p. 26 ; 1899.

I Copper Prince Claim, Roc Creek, Montrose Co. Colo.
II Yellow Boy Claim, La Sal Creek, id.
III Yellow Bird Claim, id.

Un silicate vanadifère, paraissant amorphe, accompagne la carnotite. Sa composition est la suivante :

SiO^2, 43,94 ; Al^2O^3, 16,58 ; V^2O^3, 6,54 ; Fe^2O^3, 5,93 ; CaO, 0,24 ; MgO 4,43 ; K^2O 3,70 ; Na^2O 0,20 ; H^2O (105°), 11,26 ; H^2O (300°), 2,98 ; H^2O (au-dessus de 300°), 4,20. — Total : 100.

La relation de ce corps avec un mica, n'est pas évidente, comme dans le cas de celui de Placerville.

Les auteurs admettent que la carnotite est probablement un mélange de plusieurs minéraux dont l'analyse est incapable de révéler la nature exacte. Au lieu d'être seulement un vanadate d'uranium et de potassium, c'est un composé plus complexe, contenant du calcium et du baryum. Elle est intimement mélangée et sa nature est obscurcie par un silicate ou un mélange de silicates contenant du vanadium à l'état trivalent, remplaçant probablement l'aluminium.

H.-L. Bowman. — Contributions à la connaissance de la monazite (*Ibid.*, t. XXXIII, p. 113).

Les propriétés cristallographiques et optiques de la monazite de différentes localités sont passées en revue. L'auteur a trouvé deux formes nouvelles (105) ? (122) sur la monazite de Valser Thal, Graubünden. La dernière forme existe aussi dans la monazite de Tintagel, Cornvall, qui a fourni deux autres formes (130), (132). La monazite de Frossnitz près Pregratten, Tyrol a donné la forme nouvelle (013) ? celle d'Alexander Co (566), celle de Binnenthal (283).

J.-R. Rydberg. — La dureté des corps simples (*Zeitsch. f. physik. Chemie*, t. XXXIII, p. 353; 1900).

Le tableau suivant donne la dureté des corps simples, évaluée d'après l'échelle de Mohs. Les éléments sont rangés périodiquement suivant les nombres indiquant la dureté. Ces

TABLEAU DES DURETÉS DES CORPS SIMPLES

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII			
Li 0,6	Gl (3)	B 9,5	C 10	Az (0,2)	O (0,5)	F (0,5)				
Na 0,4	Mg 2	Al 2,9	Si 7	P 0,5	S 2	Cl (0,4)				
K 0,5	Ca 1,5	Sc (3)	Ti (4)	V 6	Cr 9	Mn 6	Fe 4,5	Co 5	Ni 5	
Cu 3,	Zn 2,5	Ga 1,5	Gm (3)	As 3,5	Se 2	Br (0,6)				
Rb 0,3	Sr 1,8	Y (3)	Zr (4)	Nb (6)	Mo (8,5)		Ru 6,5	Rh (6)	Pd 4,8	
Ag 2,7	Cd 2	In 1,2	Sn 1,8	Sb 3	Te 2,3	I (0,8)				
Cs 0,2	Ba (2)	La (3)	Ce (3)	Di (5)						
Au 2,5	Hg 1,5	Tl 1,2	Pb 1,5	Bi 2,5	Ta 7,	W 9	Os 7	Ir 6,5	Pt 4,3	

derniers n'ont pas été déterminés par l'auteur, qui les a seulement réunis. Les nombres entre parenthèses indiquent

une valeur probable, qui a été déterminée par comparaison de la fonction ci-contre avec la courbe des points de fusion, les deux courbes étant très semblables.

La courbe représentant la relation entre la dureté et le poids atomique montre un tracé périodique très net.

AUERBACH. — Sur l'élasticité et la dureté de la silice cristallisée, amorphe et hydratée (*Wied. Ann.*, 4e *série*, vol. III, p. 1900).

L'élasticité et la dureté de la silice amorphe sont inférieures à celles qui sont les plus faibles dans le quartz mais elles sont plus élevées que celle de l'opale. Dans le quartz, l'élasticité et la dureté changent avec la direction, alors qu'elles sont constantes dans le quartz fondu et dans l'opale.

Les valeurs de ces deux quantités dans les trois substances sont indiquées dans le tableau suivant (1).

	$E\left(\frac{Kg}{qmm}\right)$	$D\left(\frac{Kg}{qmm}\right)$	$\frac{100\ D}{E}$
Quartz par. à l'axe	10.620	303	2,9
Quartz perp. à l'axe	8.566	230	2,7
Quartz fondu	6.970	223	3,2
Opale	3.893	113	2,9

(1) H. Hertz a donné le premier une définition scientifique de la dureté : La dureté d'un corps est la limite d'élasticité correspondante à la pression statique exercée sur une surface plane de ce corps par une sphère de même nature et de rayon déterminé (*Verh. Berl. Phys. Gesell.*, p. 67; 1882). Auerbach a modifié ainsi cette définition : La dureté d'un corps est la valeur limite de la pression rapportée à l'unité de surface au centre de la surface de contact du plan et de la sphère considérée par H. Hertz (*Wied. Ann.*, *Ibid.*, t. 43, p. 61; 1891).

AUERBACH. — Sur la dureté des métaux (*Wied. Ann.*, *ibid.*, p. 112).

Les valeurs sont données par le tableau suivant :

	D	
Acier (dureté moyenne)	361	Quartz
Cuivre dur (CuPh)	143	Apatite
Bronze	127	
Laiton $\left(\frac{3}{3}\,\mathrm{Cu},\ \frac{1}{3}\,\mathrm{Zn}\right)$	107	Fluorine
Or	97	
Cuivre	95	Calcite
Argent	91	
Aluminium	12	
Plomb	10	Gypse

H.-L. BOWMAN. — Notes minéralogiques (*Min. Mag.* t. VII, p. 349 ; nov. 1900).

1° *Sur un pyroxène rhombique du Sud de l'Afrique.* — Ce minéral, provenant des lavages du diamant à Griqualand West, se présente en fragments presque transparents de 6 à 8 millimètres de diamètre. La mesure de l'angle des axes optiques a donné avec la lumière du sodium :

$$2Ha = 88°\ 34', \qquad 2H_0 = 135°\ 24'$$

d'où

$$2V = 74°\ 5' \qquad \text{et} \qquad n_m = 1{,}705.$$

La mesure directe au moyen du prisme a donné avec la lumière du sodium $n_m = 1{,}669$, $n_g = 1{,}675$.

L'analyse a donné les résultats suivants :

SiO^2, 56 ; FeO, 5 ; MnO, 0,5 ; Al^2O^3, 2,5 ; Cr^2O^3, 0,6 ; MgO, 36,5. — Total : 101.1.

Ce pyroxène est donc de l'enstatite.

2° *Sur une nouvelle méthode pour représenter la variation de la conductibilité thermique dans les cristaux suivant les différentes directions.* — La méthode est applicable à des substances perdant leur eau à une température peu élevée (gypse, sulfate de cuivre). Une face du cristal à étudier est mise en contact avec une pointe conique, reposant sur un fil de cuivre ayant 3/16 de pouce de diamètre et pouvant être chauffé, à l'autre extrémité, par un bec Bunsen. Il se forme, par déshydratation du gypse, une tache blanche autour de la pointe, tache qui va en s'agrandissant pendant la durée du l'échauffement du fil de cuivre. La tache est ellipsoïdale, le grand diamètre peut atteindre 8 millimètres. Le rapport des deux diamètres d'une ellipse produite sur la face g^1 varie avec chaque expérience. La moyenne de neuf expériences a été trouvée égale à 1,129. Pape à désigné, sous le nom d'*ellipsoïde de décomposition*, les taches blanches, dues à la déshydratation du gypse placé dans l'air sec à 100°. Sohncke ayant répété les expériences de Pape, a obtenu des figures polygonales et non ellipsoïdales.

3° *Cristal maclé de saphir.* — Deux cristaux sont maclés suivant la face *p* (100) et présentent les faces nouvelles $(12.1.\overline{10})$, $(10.1.\overline{8})$, $(17.2.\overline{13})$, $(45.6.\overline{33})$, $(29.5.\overline{19})$, $(14.3.\overline{8})$. L'échantillon qui appartient à la collection de minéralogie d'Oxford provient probablement de Cachemire.

4° *Sur la monazite et les minéraux qui lui sont associés de Tintagel, Cornwall.* — Les cristaux de monazite, de couleur rouge brun, sont tabulaires et présentent les formes nouvelles (130), $(\overline{132})$, $(\overline{122})$.

Les autres minéraux mentionnés sont le rutile, l'albite, le quartz, la pyrite, la calcite.

F. Heddle. — Sur la minéralogie de l'Écosse. Silicates (*Trans. Roy. Soc. Edimburg*, t. XXXIX, p. 341).

L'auteur continue la description des minéraux de l'Écosse, qu'il poursuit depuis 1876. Le présent article contient la description de quelques silicates et le résultat de leurs analyses : andalousite de Auchendoir, Aberdeen, Andalousite de Marnoch, Bunffshire, tourmaline, fibrolite, disthène, épidote, withamite, zoïsite, idocrase.

W.-J. Lewis et A.-L. Hall. — Sur de remarquables cristaux composés de chalcopyrite de Cornwall (*Min. Mag.*, t. XII, p. 324).

Les cristaux simples ont la forme sphénoïdale, ou encore par le grand développement des faces p (001) et $b^{1/10}$(551) une forme voisine de celle d'un cube.

Les cristaux maclés sont associés suivant la face $b^{1/2}$(111) et ont des faciès assez divers.

Les auteurs donnent un tableau contenant toutes les mesures d'angles de ces cristaux.

W.-J. Lewis. — Sur la méthode de représentation axiale de Grassmann et ses applications à la solution de certains problèmes cristallographiques (*Ibid.*, p. 333).

R.-W.-H.-T. Hudson. — Sur la détermination de la position des points et des plans après rotation, par un angle défini, autour d'un axe connu (*Ibid.*, p. 343).

Ces deux mémoires sont purement géométriques.

F. Zambonini. — Sur les pyroxènes du Latium (*Zeits. f. Kryst.*, t. XXXIII, p. 39).

Les cristaux de pyroxène du Latium sont noirs ou verts. Les cristaux noirs atteignent 8 centimètres selon l'axe vertical, suivant lequel ils sont généralement allongés. De nombreuses formes ont été observées (161) ($b^{1/5}d^{1/7}g^1$;) ($\bar{3}61$)($b^{1/3}d^{1/9}g^1$), ($\bar{3}.12.1$) ($b^{1/9}d^{1/15}g^1$), sont nouvelles pour les pyroxènes. La plupart sont aplatis suivant h^1(100), très rarement suivant g^1(010). Souvent des cristaux de leucite sont inclus dans ceux de pyroxène.

Les cristaux verts sont plus rares et beaucoup plus petits que les précédents. Leurs plus grandes dimensions sont 5^{mm} (z) $\times$ 3 (x) $\times$ $2^{1/2}$ (y). Ils sont assez riches en faces et ont fournis des formes nouvelles ($\bar{1}41$) ($b^{1/3}d^{1/5}g^1$) et ($\bar{6}21$) ($b^{1/4}b^{11/8}h^1$). Un grand nombre de mesures montrent que les angles sont presque identiques dans les deux variétés de pyroxènes. L'auteur discute la question de l'hémiédrie des pyroxènes admise par G. Williams, et il est conduit à admettre que les cristaux sont holoèdres, à la suite de plusieurs auteurs.

Fr. Grunling. — Sur les gisements des minéraux de Ceylan (*Ibid.*, p. 209).

L'auteur donne les résultats de ses observations faites au cours de son voyage à Ceylan, en 1896-1897. La description des gisements des minéraux est accompagnée d'une carte : ces minéraux sont le graphite, l'apatite, l'orthose, la phlogopite, le rutile, les spinelles, le corindon (saphir et rubis), l'or, la molybdénite, le fer magnétique, le platine qui ne se trouve qu'à l'état de traces, le tellure, la tourmaline, le chrysobéryl, etc.

G. Melczer. — Sur quelques minéraux de Ceylan (*Ibid.*, p. 240).

Chrysobéryl. Les formes observées sont h^1 (100), g^1 (010), g^3 (120), $b^{1/2}$ (111), a_3 (121), déjà connues pour le chrysobéryl de Ceylan, p (001), e^1(101), a^1 (011), $a^{1/2}$(021), m (110), g^3 (120), g^2 (130), nouvelles pour le minéral de cette région et h^3 (210), $g^{5/3}$ (140), (10.1.10), (515), (313), (232), inconnues jusqu'ici pour le chrysobéryl. La mesure des angles a donné :

$$a : b : c = 0{,}4707 : 1 : 0{,}5823$$

Les cristaux se maclent suivant (011) (trois cristaux groupés) ou suivant (031).

La mesure des indices par la méthode du prisme a donné les résultats suivants :

	n_g	n_m	n_p
Li	1,7487 et 1,7508	1,7431 et 1,7449	1.7406 et 1,7419
Na	1,7530 et 1,7550	1,7470 et 1,7492	1,7443 et 1,7462
Tl	1,7566 et 1,7586	1,7503 et 1,7530	1,7474 et 1,7501

Le premier prisme a été obtenu avec un prisme plus grand que celui qui a donné la deuxième valeur.

Sillimanite. — La valeur des indices mesurés par le réfractomètre à réflexion totale a donné :

	n_g	n_m	n_p
Li	1,6730	1,6542	1,6527
Na	1,6716	1,65765	1,6562
Tl	1,6801	1,6611	1,6527

Spinelle bleu. — La mesure des indices, déterminée avec le réfractomètre de Abbe, a donné :

Li	1,7153 ± 0,0002
Na	1,7188 ± 0,0001
Tl	1,7227 ± 0,0002

V. von Worobieff. — Études cristallographiques sur la tourmaline de Ceylan et de quelques autres localités (*Ibid.*, p. 263).

Ce travail, très étendu, contient l'histoire complète de la tourmaline. La plupart des échantillons étudiés, rapportés par M. Grünling, viennent de Ceylan. Toutes les mesures possibles sont données. Les formes nouvelles sont les suivantes :

$(1.0.\bar{1}.10)$, $(20\bar{2}5)$, $(40\bar{4}7)$, $(20\bar{2}3)$, $(10.0.\overline{10}.11)$, $(20.0.\overline{20}.19)$, $(50\bar{5}4)$, $(10.0.\overline{10}.7)$, $(50\bar{5}3)$, $(13.0.\overline{13}.7)$, $(20\bar{2}1)$, $(14.0.\overline{14}.5)$, $(30\bar{3}1)$, $(13.0.\overline{13}.4)$, $(\overline{17}.0.17.\bar{4})$, $(9.0.\overline{9}.2)$, $(11.0.\overline{11}.2)$, $(70\bar{7}1)$, $(13.0.\overline{13}.1)$.

$(01\bar{1}5)$, $(01\bar{1}4)$, $(01\bar{1}3)$, $(0.7.\bar{7}.20)$, $(04\bar{4}9)$, $(05\bar{5}8)$, $(05\bar{5}7)$, $(0.13.\overline{13}.14)$, $(0.\overline{11}.11.\overline{10})$, $(08\bar{8}7)$, $(03\bar{3}2)$, $(0\bar{5}5\bar{2})$, $(0.\overline{11}.11.\bar{4})$, $(0.16.\overline{16}.3)$, $(0\bar{7}7\bar{1})$, $(0\bar{8}8\bar{1})$, $(0.\overline{19}.19.\bar{2})$, $(11.3.\overline{14}.8)$, $(0.32.\overline{32}.1)$.

$(\overline{16}.\bar{1}.17.\overline{15})$, $(\overline{12}.\bar{1}.13.11)$, $(\overline{10}.\bar{1}.11.9)$, $(\bar{6}1\bar{7}5)$, $(\bar{4}1\bar{5}3)$, $(\overline{11}.\bar{3}.14.\bar{8})$, $(\overline{10}.\bar{3}.13.7)$, $(14.5.\overline{19}.9)$, $(\bar{8}.\bar{3}.11.\bar{5})$, $(17.7.2\bar{4}.10)$, $(\overline{17}.\bar{7}.24.\overline{10})$, $(7.3.\overline{10}.4)$, $(\overline{11}.\bar{5}.16.\bar{6})$, $(13.7.\overline{20}.6)$, $(\bar{9}.\bar{5}.14.\bar{4})$, $(\bar{7}.\bar{4}.11.\bar{3})$, $(53\bar{8}2)$, $(7.5.\overline{12}.2)$, $(18.13.\overline{31}.5)$, $(15.11.\overline{26}.4)$, $(\bar{4}37\bar{1})$, $(9.7.\overline{16}.2)$, $(54\bar{9}1)$, $(6.5.\overline{11}.1)$, $(15.13.\overline{28}.2)$, $(13.12.\overline{25}.1)$, $(\overline{18}.\overline{17}.35.\bar{1})$, $(20.19.\overline{39}.1)$.

$(\overline{21}3\bar{4})$, $(23\bar{5}8)$, $(\bar{2}\bar{5}5\bar{8})$, $(12\bar{3}5)$, $(2.5.\bar{7}.12)$.

$(18.2.\overline{20}.19)$, $(13.2.\overline{15}.14)$, $(11.2.\overline{13}.12)$, $(9.2.\overline{11}.10)$, $(72\bar{9}8)$, $(9.14.\overline{23}.11)$, $(4.2.\bar{6}.5)$, $(32\bar{5}4)$, $(54\bar{9}7)$, $(22\bar{4}3)$, $(3.8.\overline{11}.7)$, $(3.10.\overline{13}.8)$, $(14\bar{5}3)$, $(3.14.\overline{17}.10)$, $(16\bar{7}4)$, $(18\bar{9}5)$.

$(\bar{1}.\overline{29}.30.\overline{14})$, $(15\bar{6}2)$, $(9.17.\overline{26}.4)$, $(7.11.\overline{18}.2)$, $(5.7.\overline{12}.1)$, $(6.8.\overline{14}.1)$.

$(8.2.\overline{10}.3)$.

$(9.1.\overline{10}.2)$, $(62\bar{5}1)$.

$(3.14.17.7)$, $(3.10.\overline{13}.5)$, $(26\bar{8}3)$, $(3.8.\overline{11}.4)$, $(12\bar{3}1)$, $(34\bar{7}2)$, $(9.10.\overline{19}.5)$, $(22\bar{4}1)$, $(52\bar{7}1)$, $(15.4.\overline{19}.2)$.

$(\overline{20}.\bar{7}.27.\bar{7})$, $(14\bar{5}4)$, $(17\bar{8}7)$, $(29\bar{7}9)$.

(11$\bar{2}$9), (2.2.$\bar{4}$.1), (5.5.$\overline{10}$.14), (5.5.$\overline{10}$.12).
(1.6.$\bar{7}$.10), (4.11.$\overline{15}$.14).
(11.2.$\overline{13}$.3), (72$\bar{9}$2).
(21$\bar{3}$2).
($\overline{10}$.$\bar{7}$.17.0), ($\overline{11}$.$\bar{8}$.19.0) ($\overline{5}$490).

L'auteur étudie ensuite les relations qui existent entre les formes cristallines et la pyroélectricité. Elles sont indiquées par les règles suivantes :

1° Les combinaisons des pôles antilogues montrent beaucoup de formes propres, lesquelles sont seulement caractéristiques pour ce pôle ;

2° Les faces des formes des pôles antilogues ont beaucoup de propriétés particulières (stries), qui permettent de les distinguer des mêmes faces des pôles analogues ;

3° Pour l'examen des combinaisons, il est habituellement possible de déterminer la nature des pôles sans recherches pyroélectriques ;

4° Mais, dans beaucoup de cas, la nature des pôles ne peut être déterminée que par des recherches pyroélectriques. Les tourmalines de Dekalb, de Lincoln Co, de Gouverneur, du Brésil, de Paris (Maine), de Pierrepont, de San-Diego, de l'île d'Elbe, de Hartmannsdorf, d'Andreasberg, de Mursinka, sont ensuite étudiées.

Le grand nombre de formes que possède la tourmaline permet la vérification de la règle de M. Goldschmidt sur le développement des formes cristallines. En examinant la série des nombres qui représentent les indices des formes d'un cristal, on peut déterminer les formes qu'on peut rencontrer dans une zone déterminée, si on connaît les indices de quelques-unes d'entre elles. Cette règle a donné des résultats pratiques pour la calcite, la topaze, l'idocrase. Pour la tourmaline, elle est vérifiée, dans beaucoup de cas, d'une façon satisfaisante.

Quant à la symétrie de la tourmaline, tous les moyens sont étudiés pour l'établir. M. Worobieff admet l'opinion de la plupart des auteurs : la tourmaline appartient à la « ditrigonal-pyramidal classe » de Groth.

H.-W. Bakhuis Roozeboom. — Sur le point de solidification des cristaux mixtes de deux substances (*Arch. néerl. des sc. exact. et nat.*, série 2, t. III, p. 414; 1900).

L'auteur se propose de donner pour l'équilibre entre cristaux mixtes et masse fondue, comme pour la métamorphose des cristaux mixtes en d'autres modifications, une déduction théorique, applicable à toutes les concentrations, et permettant d'embrasser le grand nombre de cas particuliers, qui sont susceptibles de se présenter.

Dans le présent travail, l'auteur considère l'équilibre entre les mélanges liquides de deux substances et leurs cristaux mixtes. Il prend comme point de départ le principe d'équilibre de Gibbs : un système de substances se met en équilibre, à une pression déterminée, de telle manière que la fonction ς soit un minimum.

Par voie théorique, l'auteur a déterminé les types de solidification des mélanges fondus homogènes, renfermant deux constituants, dont la solidification ne fournit que des cristaux mixtes.

Si la série des mélanges est continue à l'état solide, trois types sont possibles:

1° Les points de solidification de tous les mélanges sont intermédiaires entre les points de solidification des constituants;

2° La courbe de solidification présente un maximum;

3° La courbe de solidification présente un minimum.

Les mélanges, dont la solidification a lieu aux points maximum ou minimum, se solidifient en une masse homogène.

Si la série des mélanges est ininterrompue, deux types sont possibles :

4° La courbe de solidification présente une brisure à une température de transformation, située entre les points de solidification des constituants;

5° La courbe de solidification se compose de deux parties qui s'étendent des points de solidification des constituants jusqu'à un point eutectique situé plus bas.

Quand les deux constituants se solidifient en diverses espèces de cristaux, seuls les types 4 et 5 sont possibles.

Chez tous les types, la règle suivante est applicable :

Le mélange à l'état de fusion offre, en comparaison des cristaux mixtes, une plus forte teneur en celui des constituants, dont l'addition abaisse la température de solidification.

La classification ci-dessus permet de donner un aperçu critique des phénomènes connus jusqu'ici sur ce domaine.

H.-W. Bakhuis Roozeboom. — Sur les points de transformation chez les cristaux mixtes (*Ibid.*, p. 445).

L'auteur étudie les diverses transformations que peuvent subir les cristaux, qui n'ont été étudiés que par MM. Bellati et Lussana sur les cristaux mixtes de $KAzO^3$ et d'autres nitrates, et de Rothmund sur les cristaux mixtes de CCl^4 et CBr^4 (*Zeitch. f. phys. Ch.* t. 24, p. 705, 1897). Les deux mémoires ne s'occupent que des cristaux mixtes à très faible teneur en le deuxième constituant.

L'auteur fait une première tentative pour déduire par voie

théorique les phénomènes de transformation des cristaux mixtes d'un état α en un état β. Il considère le domaine entier des concentrations et les phénomènes de solidifications possibles. Il distingue divers types suivant que la série α et la série β sont chacune à part ou ensemble continues ou discontinues, et suivant que la solidification ne fait apparaître qu'une des deux formes ou bien les deux.

J.-M. Van Bemmelen et E.-H. Klobbie. — Sur le phénomène de l'absorption, en particulier l'accumulation de fluorure de calcium, de chaux et de phosphates dans les os fossiles (*Ibid.*, p. 236).

Dans un os fossile de *Stegodon* de l'époque tertiaire, recueilli dans une couche de lapilli recouverte par un tuf volcanique, l'auteur a trouvé que :

La structure est conservée, les canaux de Havers et la portion spongieuse sont remplis de $CaCO^3$ cristallin. Dans la couche externe de la portion compacte et dans la portion spongieuse s'est déposée de la pyrite.

On peut déduire de la conservation de la structure, de l'élévation de la densité et des résultats de l'analyse que la portion compacte de l'os a enlevé aux eaux d'infiltration non seulement du carbonate de chaux, mais aussi du phosphate de chaux. Une portion du carbonate a été métamorphosée en fluorure de calcium (3 0/0) ; de même, la moitié du phosphate de magnésium et une petite portion du phosphate de calcium en phosphates manganique et ferrique. De plus, le phosphate est devenu basique par absorption de chaux, de telle sorte que les bases excédent d'environ 7/8 de leur quantité les acides, ce qui fait sur 2 molécules d'orthophosphate presque 1 molécule de base.

Il faut admettre que cette absorption de phosphates, de

CaF^2, de $CuCO^3$, de CaO, est une conséquence de l'attraction exercée par le phosphate primitif. L'ensemble ne constitue pas de combinaison chimique, mais un complexe d'absorption hydraté.

Il est probable qu'il peut en résulter, dans certaines circonstances déterminées, une apatite cristalline, comme combinaison chimique, et que cette apatite peut renfermer divers phosphates avec CaF^2 et CaO, comme particules constituantes isomorphes.

H. Baumhauer. — Sur les rapports cristallographiques de la jordanite (*Sitz. der König. Akad. d. Wiss. Berlin*, t. XXIII, 31 mai 1900).

Le travail contient une étude cristallographique complète de la jordanite du Binnenthal, qui a fourni 21 formes nouvelles, ce qui porte à 124 le nombre des formes de ce minéral.

Les formes nouvelles sont :

$g^{5/4}$ (190), $g^{1/3}$ (170), $g^{23/17}$ (3.20.0), $g^{13/11}$ (2.13.0), $g^{7/5}$ (160), $g^{31/9}$ (11.20.0), g^4 (350), $e^{2/9}$ (092), $e^{1/4}$ (041), (1.13.1), (1.11.1), (838), (1.20.1), (1.19.1), (1.17.1), (2.23.2), (1.16.1), (1.14.1), (1.13.1), (1.11.1), (13.37.12), (28.3.28), (4.3.2), (521), (511).

E.-E. Basch. — Reproduction artificielle de la polyhalite (*Id.*, 29 nov. 1900, p. 1084).

A une solution de 48 grammes de sulfate de potasse dans 500 grammes d'eau, on ajoute 8 grammes de gypse et on agite. Au bout de 20 minutes environ, il y a formation de syngénite. On ajoute ensuite 60 grammes de $MgSO^4.7H^2O$ et 33 grammes de $MgCl^2,6H^2O$. Le mélange est chauffé

à 56° pendant quelque temps jusqu'à ce que les aiguilles de syngénite disparaissent. Après filtration à la trompe, on ajoute 100 centimètres cubes d'alcool à 15 0/0, ensuite 50 centimètres cubes à 60 0/0 et finalement 20 centimètres cubes d'alcool. On obtient ainsi 13 grammes de polyhalite qu'on dessèche à 60°.

RICHARD BECK. — Les minerais de Banca et de Billitin. (*Ibid.*, p. 205 et *Zeitsch. f. prakt. Geolog.*, 1898, p. 121).

La cassitérite des îles de Banca et Billitin (Archipel Malais) se trouve, dans le granite, comme élément primordial, dans des filons de quartz traversant le granite et dans des dépôts d'alluvion. Une petite quantité d'étain remplace le silicium dans les silicates du granite. La cassitérite des filons de quartz a été probablement déposée par les eaux thermales, qui l'ont enlevée aux roches environnantes. Des dépôts formés par les thermales de Selangor ont la composition suivante :

SiO^2 91,8 ; H^2O 7,5 ; SnO^2 0,5 ; Fe^2O^3 0,2

MAX BAUER. — Objets préhistoriques du Guatémala en fuchsite (*Ibid.*, p. 129).

Les objets décrits sont plus ou moins verts, et montrent à la loupe les caractères d'un mica, et donnent au chalumeau la réaction du chrome.

La densité est de 2,883. De la muscovite presque incolore est associée à la fuchsite. C'est la première fois que ce dernier minéral est signalé comme élément constituant les instruments préhistoriques, en outre on ne connaît aucun gisement de ce minéral dans l'Amérique centrale.

S.-L. Penfield. — Sur l'interprétation des analyses minérales. Critique de récents articles sur la constitution de la tourmaline (*An. J. of Sc.*, juillet 1900, p. 19).

L'auteur fait la critique des travaux récents de Tschermak et de Clarke sur la constitution de la tourmaline. Il considère comme définitivement établi que l'acide dont dérivent toutes les tourmalines est représenté par la formule empirique $H^{20}B^{2}Si^{4}O^{21}$. Nos connaissances en chimie minérale ne sont pas suffisamment avancées pour établir d'une façon certaine que la formule adoptée par Tschermak, et qui est, celle-ci, triplée, soit la vraie. La formule empirique de Clarke $H^{30}B^{3}Si^{6}O^{31}$ ($SiO^{2} : B^{2}O^{3} : H = 4 : 1 : 19,33$ au lieu de $4 : 1 : 20$, comme dans la formule de Penfield) représente bien la composition de quelques-unes des tourmalines, analysées par Riggs et une par Jannasch et Kalb, mais on a de bonnes raisons pour croire que les rapports indiqués ci-dessus ne seraient pas obtenus si les analyses étaient répétées. Les tourmalines contenant toujours deux hydroxyles, on peut considérer comme probable, mais pas absolument prouvé, que $H^{18}(OH)^{2}B^{2}Si^{4}O^{19}$ est la formule de l'acide. Toutes les analyses indiquant que l'aluminium remplace au moins la moitié de l'hydrogène, la formule devient $H^{9}Al^{3}(B.OH)^{2}Si^{4}O^{19}$. Cette formule représente la composition des tourmalines d'une façon beaucoup plus simple que celles de Tschermak.

TABLE PAR NOMS D'AUTEURS

DES TRAVAUX ORIGINAUX PUBLIÉS DANS LE TOME XXIII.

Pages.

BOURGEOIS (L.). — Compte rendu de la visite faite par la Société de Minéralogie à l'Exposition internationale de 1900.. 191
— Rapport du trésorier..... 1
CUMENGE. — Gisements d'urane et de vanadium du Colorado. 17
CURIE (P.). — Charles Friedel..... 171
DUFET (H.). — Sur une espèce minérale nouvelle, la céruléite..... 147
FOUQUÉ (F.). — Contribution à l'étude des minéraux du groupe de la mélilite 10
GAUBERT (P.). — Sur la coloration artificielle des cristaux... 211
— Comptes rendus des publications étrangères.. 38, 204, 228, 258
— Minéraux nouveaux..... 25, 222
LACROIX (A.). — Sur l'origine de la gédrite des Pyrénées et sur un nouveau gisement de ce minéral..... 43
— Sur les minéraux des gîtes métallifères d'Ambatofangchana (Madagascar).....
— Sur les gneiss aurifères de Madagascar .....
— Sur les minéraux des gisements manganésifères des Hautes-Pyrénées.....
— Sur le willémite d'Algérie et du Congo .....
MICHEL (L.). — Ed. Jannettaz 200
PAVOT. Remarques sur le caillou de Rennes..... 150
SCHULTEN (A. de). — Production des carnallites iodées de potassium et d'ammonium..... 5
— Sur la production des vanadinites de cadmium 7

Pages.

TERMIER (P.). — Nouvelle contribution à l'étude du cadmium et du zinc métallique..... 18
— Sur le quartz prase des cargneules de Lazer 47
— Sur l'apatite rouge de l'andésite de Guillestre..... 48
— Sur une association d'épidote et de zoïsite et sur les rapports cristallographiques de ces espèces minérales.. 50
WYROUBOFF (G.). — Recherches sur quelques oxalates..... 65
— Note sur la forme cristalline de quelques oxalates alcalins. 141

TABLE ALPHABÉTIQUE ET ANALYTIQUE

DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME XXIII

ABRÉVIATIONS USITÉES DANS CETTE TABLE

An. Analyse.
Col. Coloration.
Const. Constitution.
Reprod. Reproduction.
Crist. Étude cristallographique.
Min. nouv. Minéral nouveau.
Opt. Étude optique.

A

Agnolite (min. nouv.) (Breusing), 36.
Albite (macle) (Milch), 260.
— (Pregratten) (Viola), 262.
Ala (minéraux d') (Struver), 261.
Albiteoligoclase (Bakersville) (Viola), 262.
Aluminooxalates (crist.) (G. Wyrouboff), 78.
Analcime (const.) (Clarke et Steiger), 39.
Ancylite (Groenland) (min. nouv.) (Flink), 25.
Andalousite (Nesle de Louron) (A. Lacroix), 45.
Anhydrite (déshydratation) (Zunino), 229.
Anorthite (Japon) (Pisani), 9.
Apatite (Guillestre) (Termier), 48.
— (Yttrifère, Groenland) (Flink), 208.
Aragonite (Foote), 232.

B

Badenite (Badeni) (min. nouv.) (Poni), 223.
Barytine (Madagascar) (A. Lacroix), 250.
Belemnite (Struct.) (Cesaro), 241.
Beudantite (comp.) (Hartley), 234.
Blende (Groenland) (Flink), 205.
Bleu de méthylène (polychroïsme) (Gaubert), 215.
Britholite (Min. nouv.) (Groenland) (Winther), 34.
Brochantite (Madagascar) (A. Lacroix), 250.
Brookite (Brostenstock) (Pearce et Fornaro), 233.
Brostenite (Brosteni) (min. nouv.) (Poni), 223.

C

Cadmium (crist.) (Termier), 28.
Caillou de Rennes (Pavot), 150.
Calamine (Laurium) (Kaiser), 240.
Calcite (Dence) (Buttgenbach), 237.
— (Gillfort) (Pisani), 9.
— (Groenland) (Flink), 205.
— (An.) (Foote), 232.
— (Villers-en-Fargue) (Buttgenbach), 237.
Calcite (Bad Lands) (Penfield), 263.
— (Union Springs), 263.
Carnallites iodées (synth.) (A. de Schulten), 5.
Carnotite (Gist.) (Cumenge), 17.
— (Hillebrand), 266.

Cassitérite (Banca) (R. Beck), 281.
Cerargyrite (Madagascar) (A. Lacroix), 250.
Céruléite (Huanaco) (min. nouv.) (H. Dufet), 147.
Cérusite (Ibbenburen) (H. Ohm), 259.
Ceylan (min. de) (Gist.) (Grunling), 273.
Chabasie (Gourgs blancs) (A. Lacroix), 45.
Chalcolamprite (min. nouv. Groenland) (Flink), 33.
Chalcopyrite (Cornwall) (Lewis et Hall), 272.
Chalcosine (macle) (L. Milch), 260.
Chromoxalates (crist.) (Wyrouboff), 108.
Chrysobéryl (Ceylan) (Melczer), 274.
Chrysocole (Madagascar) (A. Lacroix).
Coloration du quartz (Nabl), 232.
— (artif. des crist.) (Gaubert), 211.
Columbite (min. nouv. du groupe de la) (L. Goodwin et W. G. Miller), 227.
— (Kragerö) (L. Milch), 261.
Conductibilité thermique (Bowmann), 271.
Corindon (A. Lacroix), 46.
— (Caroline du Nord) (Pratt), 235.
— (Shepfield mine) (Pratt) 234.
Cordylite (min. nouv. Groenland) (Flink), 27.
Crinoïdes fossiles (structure) (Cesaro), 241.
Cristallisation dans un champ magnétique (Mayer), 242.
Cristaux mixtes (solidification) (Bakhuis Roozeboom), 277.
— (Transformation) (Bakhuis Roozeboom), 278.

D

Dialogite (Groenland) (Flink), 205.
— (Htes-Pyrénées) (A. Lacroix), 251.
Diopside (Dekalle) (Pisani), 9.
— (Neste de Louron) (A. Lacroix), 46.
Disthène (Caroline du Nord) (Pisani), 9.
Dureté des corps simples (Rydberg), 268.
— (métaux) (Auerbach), 270.
— (silice) (Auerbach), 269.

E

Ecosse (min. d') (Heddle), 272.
Elpidite (Groenland) (Flink), 207.
Endéiolite (min. nouv. Groenland) (Flink), 34.
Enstatite (Griqualand) (Bowmann). 270.
Epididymite (Groenland) (Flink), 206.
Epidote (crist. et opt.) (Termier), 50.
— (Sulzbach) (Zambonini), 258.
Epistolite (Groenland) (Flink), 32.
Erubescite (Madagascar) (A. Lacroix), 248.
Exposition internationale (compte rendu de la visite à l') (Bourgeois), 191.

F

Fedorowite (comp. Viola), 122.
Feldspath (crist. et opt.) (Viola), 261.
Ferrioxalates (crist. et opt.) (Wyrouboff), 117.
Figures de glissement (Cadmium (Termier), 20.
— (Zinc) (Termier), 24.
Florencite (min. nouv.) (Minas Geraes) (Hussak), 225.
Fluorine (Groenland) (Flink), 205.
Friedel (notice nécrologique) (Curie), 171.

Friedel (liste de ses travaux) (Curie).
Friedelite (Htes-Pyrénées) (A. Lacroix), 251.
Fuchsite (Guatemala) (M. Bauer), 281.

G

Galène (Groenland) (Flink), 205.
Gédrite (Nesle de Louron) (A. Lacroix), 43.
Goldschmidtite (crist.) (Palache), 239.
Graphite (Groenland) (Flink), 205.
Groenland (min. du) (Flink), 25 et 204.
Grossulaire (Nesle de Louron), (A. Lacroix), 46.
Gypse (déshydratation) (V. Zunino), 227.
— (artif. crist.) (O. Maschke et Vater), 231.

H

Halloysite (Huanaco) (H. Dufet), 149.
Hessite (Colorado) (Palache), 240.
Hichcockite (comp.) (Hartley), 233.
Hubnerite (Htes-Pyrénées) (A. Lacroix), 252.

I-J-L

Isomorphisme (de OH) et (F) (G. Fels), 207.
Jannettaz (Ed.) (notice nécrologique) (L. Michel), 281.
— (liste de ses travaux), 201.
Jaspe (Rennes) (Pavot), 150.
Johnstonotite (min. nouv.) (Port Cygnet) (Mac Leod et O.-E. White), 222.
Jordanite (crist.) (Baumhauer), 280,
Leucite (const.) (Clarke et Steiger). 40.
Leucosphénite (min. nouv.) (Groenland) (Flink), 30.
Loranskite (comp.) (Afanasséeff), 232.
Lorenzenite (min. nouv.) (Groenland) (Flink), 29.

M

Macle (artif.) (métaux) (Ewing et Rosenhain), 228.
— (quartz) (Kaiser), 240.
Marsjatskite (min. nouv.) (Fedoroff et Nikitin), 226.
Mélilite (const.) (Fouqué), 10.
— (Vésuve) (Kaiser), 42.
Mélonite (Worturpa) (Dieseldorf), 240.
Métaux (struct.) (Ewing et Rosenhain), 228.
Mohawkite (min. nouv.) (Kewenaw) (Koenig), 226.
— (Whitneyite) (Koenig), 226.
Monazite (Pregratten) (Bowmann). 267.
— (Tintagel) — 267.
— (Valserthal) — 267.
Morphotropie (G. Wyrouboff), 66.
Muschketowite (min. nouv.) (Fedoroff et Nikitin), 226.

N

Nasarsukite (Groenland) (Flink), 31.
Néphéline (étud. chim.) (Thugutt). 9.
— (Vésuve), 42.
Neptunite (Groenland) (Flink), 205.
Nitrates (col.) (P. Gaubert), 211.

O

Or (Huanaco) (H. Dufet), 150.
Os fossiles (Van Bemmelen et Klobbie), 279.
Oursins fossiles (struct.) (Césaro), 241).
Oxalates (crist. opt. comp.) (G. Wyrouboff), 78.
— (Aluminooxalates), 78.
— (Chromaxolates), 108.
— (Ferrioxalates), 117.
Oxalates alcalins (crist.) (Wyrouboff), 141.
— (bioxalatate d'ammoniaque), 141.
— (oxalate neutre de potassium), 142.
— (bioxalate de potasse anhydre), 142.
— (bioxalate de potassium hydraté), 144.
— (bioxalate de sodium), 144.
— (Tétraoxalate de rubidium), 145.

P

Parisite (Groenland) (Flink), 205.
Pectolite (const.) (Clarke et Steiger), 38.
Péricline (Hachbachtal) (Viola), 261.
— (Rauris) (Viola), 262.
Perowskite (St-Ambrogio) (G. Boeris), 209.
Pharmacosidérite (const.) (Cornwal) (Hartley), 233.
Phosphorescence (Keilhack), 264.
Plumbogummite (const.) (Hartley), 234.
— (Miers), 234.
Pléochroïsme (Wyrouboff), 66 et 140.
— P. Gaubert.
Polyhalite (reprod.) (Basch), 280.
Poudingue de Montfort (Pavot), 169.
Pyrophyllite (const.) (Clarke et Steiger), 38.
Pyroxène (Griqualand West (Bowmann), 270.
— (Latium) (Zambonini), 273.
Pyrrhotite (Nesle de Louron) (A. Lacroix), 46.

Q-R

Quartz (Lazer) (P. Termier), 47.
— (Trachbarch) (Kaiser), 240.
— Groenland (Flink), 205.
— (coloration) (Nabl), 232.
Ransätite (Weibull), 227.
Robellazite (min. nouv.) (Cumenge), 18.
Roscoëlite (Placerville) (Hillebrand), 266.
Roumanie (minéraux de) (Poni), 227.
Rubis (artif.) (Rinne), 261.
Rutile (Georgie) (Pisani), 9.

S

Saphir (macle) (Bowmann), 271.
Schizolite (min. nouv.) (Groenland) (Winther).
Senarmontite (Amsberg) (E. Kaiser), 240.
Sillimanite (Ceylan) (Melczer), 274.
— (Nesle de Louron) (A. Lacroix), 45.
Soufre (crist. Corphalie) (Buttgenbach), 236.
— (formes) (R. Brauns), 259.
Spinelle (Ceylan) (Melczer), 274.
Spodiophyllite (min. nouv.) (Groenland) (Flink), 27.
Stibiodomeykite (min. nouv). (Kœnig), 226.
Sulfohalite (comp.) (Penfield), 208.
Sulvanite (min. nouv.) (A. Goyder), 225.

T-U

Tainiolite (min. nouv.) (Groenland), 28.
Téphroïte (Htes-Pyrénées) (A. Lacroix), 252.
Test calcaire (structure) (Cesaro), 241.
Torrensite (A. Lacroix), 254.
Tourmaline (comp.) (S.-L. Penfield), 282.
— (crist.) (Worobieff). 275.
Uranospinite artificielle (Goldschmidt), 42.

V-W

Valériite (J. Pétren), 227.
Vanadinite bromée de cadmium (rep.) (A. de Schulten), 8.
Vanadinite chlorée de cadmium (reprod.) (A. de Schulten), 8.
Vanadinite Amsberg (Kaiser), 240.
Viellaurite (A. Lacroix), 253.
Willémite (Algérie) (A. Lacroix), 255.
— (Congo) (A. Lacroix), 255.
Wollastonite (A. Lacroix), 46.

Z

Zéagonite (Thugutt), 9.
Zéolithe (const.) (Clarke et Steiger), 46.
Zinc (crist.) (Le Chatelier), 5.
— (crist.) (Termier), 18.
Zoïsite (opt.) (Mt Pelvas) (Termier), 50.

ERRATA

TOME XXII

Page 66, rétablir ainsi la première ligne :
Section qui doivent être parfaitement planes comme cela.
Page 195, ligne 3 en remontant :
Au lieu de : $3CaO^3P^2O^8$, *lire :* $3Ca^3P^2O^8$.

TOME XXIII

Page 29, ligne 1 en remontant, *lire :* **lorenzenite** *au lieu de :* **lorenzite.**
41, ligne 12 en remontant, *lire : Eléolite, au lieu de : Eléoite.*
45, rétablir ainsi la ligne 17 en descendant : dans sa gangue de biotite.
147, ligne 8, *au lieu de :* 24 juin, *lire :* 28 juin.
179, ligne 7, *au lieu de :* Canon, *lire :* Cañon.
226, ligne 9, *au lieu de :* Kervenaw, *lire :* Kevenaw.
226, ligne 21, *au lieu de :* Nikotin, *lire :* Nikitin.
238, ligne 27, *au lieu de :* Hobs, *lire :* Hobbs.

Le Secrétaire, gérant, Paul GAUBERT.

Tours. — Imprimerie Deslis Frères.